



ISSN 2218-7545

1 (72)

2020

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»

№ 1 (72), 2020 г.

Ботанический сад УрО РАН

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ

Журнал

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-31334,

выдано Роскомнадзором 05.03.2008 г.

Издается с 2002 года

Выходит четыре раза в год



Редакционный совет:

Е. П. Платонов – председатель редакционного совета,
главный редактор
М. В. Газеев – зам. гл. редактора
С. В. Залесов – зам. гл. редактора

Редколлегия:

А. В. Вураско, Э. Ф. Герц, З. Я. Нагимов, И. В. Петрова,
А. Н. Рахимжанов, Р. Р. Сафин, Р. Р. Султанова,
В. А. Усольцев, П. А. Цветков

Редакция журнала:

Н. П. Бунькова – зав. редакционно-издательским отделом
И. А. Панин – ответственный за выпуск
Е. Л. Михайлова – редактор
Т. В. Упорова – компьютерная верстка

Фото на обложке Л. А. Белова

Материалы для публикации подаются ответственному
за выпуск журнала И. А. Панину
(контактный телефон 8 (952) 743-44-87,
e-mail: paninia@m.usfeu.ru)
или в РИО (контактный телефон 8 (343) 262-96-10)

Подписано в печать 20.03.2020.

Дата выхода в свет 27.03.2020.

Формат 60×84/8. Печать офсетная.

Уч.-изд. л. 8,45. Усл. печ. л. 10,00.

Тираж 100 экз. (1-й завод 30 экз.). Бесплатно. Заказ №

Учредитель: ФГБОУ ВО «Уральский государственный
лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
тел.: 8(343)262-96-10. Редакционно-издательский отдел

Отпечатано с готового оригинал-макета
Типография ООО ИЗДАТЕЛЬСТВО
«УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ»
620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург,
ул. Гагарина, 35а, оф. 2

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный
лесотехнический университет», 2020

К сведению авторов

Внимание! Редакция принимает только те материалы,
которые полностью соответствуют обозначенным ниже требованиям.
Недоукомплектованный пакет материалов не рассматривается.
Плата за публикацию рукописей не взимается.

1. Статьи должны содержать результаты научных исследований, которые
можно использовать в практической работе специалистов лесного хозяйства, ле-
сопромышленного комплекса и смежных с ними отраслей (экономики и органи-
зации лесопользования, лесного машиностроения, охраны окружающей среды и
экологии), либо представлять познавательный интерес (исторические материалы,
краеведение и др.). Рекомендуемый объем статей – 8–10 страниц текста (не менее
4 страниц). Размер шрифта – 14, интервал – 1,5, гарнитура – Times New Roman,
поля – 2,5 см со всех сторон. Абзацный отступ – 1 см.

2. Структура представляемого материала следующая.
Номер УДК определяется в соответствии с классификатором (выравнивание
по левому краю, без абзацного отступа).

Заглавие статьи должно быть информативным. В заглавии можно исполь-
зовать только общепринятые сокращения. Все буквы прописные, полужирное
начертание (выравнивание по центру, без абзацного отступа).

Сведения об авторах: фамилия, имя, отчество (полужирное начертание),
ученая степень, звание; место работы (официальное название организации и
почтовый адрес обязательно); электронный адрес, телефон (выравнивание по
правому краю).

Ключевые слова (до 10 слов) – это определенные слова из текста, по которым
ведется оценка и поиск статьи. В качестве ключевых слов могут использоваться
как слова, так и словосочетания.

Аннотация (резюме) должна соответствовать требованиям ГОСТ 7.9-95

«Реферат и аннотация. Общие требования». Она должна быть:

- информативной (не содержать общих слов);
- оригинальной;
- содержательной (отражать основную суть статьи и результаты исследова-
ний);
- структурированной (следовать логике описания результатов в статье);
- объемом 200–250 слов, но не более 2000 знаков с пробелами.
- Аннотация включает следующие аспекты содержания статьи:
- предмет, цель работы;
- метод или методологию проведения работы;
- результаты работы;
- область применения результатов;
- выводы.

Далее следует на **английском языке** заглавие статьи, сведения об авторах,
ключевые слова, аннотация (резюме).

В тексте статьи необходимо выделить заголовки разделов «Введение»,
«Цель, задача, методика и объекты исследования», «Результаты исследования
и их обсуждение», «Выводы», «Библиографический список».

Ссылки на литературу, используемую в тексте, обозначаются в **квадратных
скобках**, нумерация сквозная, возрастает с единицы по мере упоминания источ-
ников.

Линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы. Таблицы
представляются в формате Word, формулы – в стандартном редакторе формул
Word, структурные химические – в ISIS / Draw или сканированные, диаграммы –
в Excel. Иллюстрации представляются в электронном виде в стандартном редак-
торе формул Word (Вставка – Объект – Создание – Тип объекта MathType 6.0
Equation, в появившемся окне набирается формула). Рекомендуется нумерацию
формул также делать сквозной. Нумеровать следует только те формулы, на ко-
торые есть ссылки в тексте. Иллюстрации представляются в электронном виде
в стандартных графических форматах. Также обязательно переводить названия
к иллюстрациям, данные иллюстраций, табличные данные вместе с заголовками
непосредственно с показателями и примечаниями, т. е. сначала приводятся табли-
цы и иллюстрации на русском языке, затем на английском.

Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.05–2008
(на русском и английском языках).

3. На каждую статью требуется одна **внешняя** рецензия. Перед публикацией
редакция вправе направлять материалы на дополнительное рецензирование в ве-
дущие НИИ соответствующего профиля по всей России. Внимание! Рецензентом
может выступать только доктор наук или член Академии наук!

4. На публикацию представляемых в редакцию материалов требуется
письменное разрешение организации, на средства которой проводилась работа,
если авторские права принадлежат ей.

5. Авторы представляют в редакцию журнала:

- статью в печатном и электронном виде (формат DOC или RTF) в одном
экземпляре, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного ли-
ста, подписанную на обороте последнего листа всеми авторами, с указа-
нием даты сдачи материала. Материалы, присланные в полном объеме по
электронной почте, дублировать на бумажных носителях не обязательно.
Адрес электронной почты – 9502011169@mail.ru (Бачурина Анна Влади-
мировна);
- иллюстрации к статье (при наличии);
- рецензию;
- авторскую справку или экспертное заключение;
- согласие на публикацию статьи и персональных данных.

6. Фотографии авторов не требуются.

Содержание

Башегуров К. А., Малиновских А. А., Савин М. А., Годовалов Г. А.

Специфика накопления подроста на гарях
в различных лесорастительных подзонах ленточных боров Алтая. 4

Теринов Н. Н., Климов К. А.

Состояние древостоя и состав подроста после первого приема
равномерно-постепенной рубки в перестойных производных березняках. 15

Малицкий Р. Б., Фирсов Н. М., Платонов Е. Ю., Панин И. А., Залесова Е. С.

Противопожарное устройство населенных пунктов на примере пос. Приозерный. 22

Оплетаев А. С., Чермных А. И., Жигулин Е. В., Воронцова К. А.

Сравнительный анализ информационных программных продуктов для лесной отрасли. . . 32

Суслов А. В., Низаметдинов Н. Ф., Кропотухин А. А., Шевелина И. В.

Опыт использования сервиса LandViewer в лесном хозяйстве 39

Шевелина И. В., Касумов М. И., Дунаев И. С., Фаткуллина А. Ф.

Разработка таблиц объемов стволов деревьев сосны, произрастающих
в городских условиях 46

Бунькова Н. П., Абраменко В. В.

Оценка качества среды в городском лесопарке методом флуктуирующей
асимметрии листьев берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) 54

Воронцова К. А., Шавнин С. А., Сродных Т. Б.

Особенности роста и развития *Forsythia ovata* Nakai (форзиция яйцевидная)
и ее использование в озеленении 64

Карасева О. А., Малкова Т. В.

Информационные технологии в лесном бизнесе. 71

Оплетаев А. С., Залесов С. В.

Способ минимизации количества корневых отпрысков осины 78

Содержание

Bashegurov K. A., Malinovskiy A. A., Savin M. A., Godovalov G. A.

Specificity of undergrowth with accumulation on learned areal
in different forest growing subzones of Altai belt boron 5

Terinov N. N., Klimov K. A.

Condition of forest stand and growth composition after the first phase of even-gradual cutting
in overaged secondary birch forests 16

Malitsky R. B., Firsov N. M., Platonov E. Yu., Panin I. A., Zalesova E. S.

Antifire arrangement of onhabited localities on the example of Priezerny settlement 23

Opletaev A., Chermnykh A., Zhigulin E., Vorontsova K.

Comparative analysis of information software products for the forest industry 33

Suslov A. V., Nizametdinov N. F., Kropotukhin A. A., Shevelina I. V.

Experience using the LandViewer service in forestry 40

Shevelina I. V., Kasumov M. I., Dunaev I. S., Fatkullina A. F.

Development the stem volume tables of pine for urban conditions 47

Bunkova N. P., Abramenko V. V.

Assessment of the quality of the environment in an urban forest park using
the fluctuating asymmetry of birch leaves (*Betula pendula* Roth.) 55

Vorontsova K. A., Shavnin S. A., Srodnykh T. B.

Features of growth and development Forsythia ovata Nakai and its use
in the greening of yekaterinburg 65

Karaseva O. A., Malkova T. V.

Information technologies in the forest business 72

Opletaev A. S., Zalesov S. V.

The method of root springs number minimizing 78

УДК 630*434:630*234

СПЕЦИФИКА НАКОПЛЕНИЯ ПОДРОСТА НА ГАРЯХ В РАЗЛИЧНЫХ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ ПОДЗОНАХ ЛЕНТОЧНЫХ БОРОВ АЛТАЯ

К. А. БАШЕГУРОВ – магистрант*

e-mail: kostyba@list.ru

ORCID ID: 0000-0002-9050-8902

А. А. МАЛИНОВСКИХ – кандидат биологических наук, доцент**

e-mail: almaa1976@yandex.ru

ORCID ID: 0000-0003-1719-3841

М. А. САВИН – ассистент **

e-mail: mihasavin@mail.ru

ORCID ID: 0000-0001-7196-418X

Г. А. ГОДОВАЛОВ – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*

e-mail: godovalov1952@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-2309-2302

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37**ФГБОУ «Алтайский государственный аграрный университет»,
656049, Россия, Барнаул, пр. Красноармейский, 98

Ключевые слова: ленточные боры Алтай, тип леса, лесорастительная подзона, гарь, густота, жизнеспособность.

Проанализированы количественные и качественные показатели подроста под пологом древостоев и на гарях в условиях подзон сухой степи, засушливой степи и южной лесостепи ленточных боров Алтайского края.

В основу исследования положен метод пробных площадей и учетных площадок. Последние размером 2×2 м закладывались в количестве 25–30 шт. на каждой пробной площади. На учетных площадках определялось количество всходов и подроста с подразделением его по породам, группам высот и жизнеспособному состоянию.

Объектом исследований служили гари, образовавшиеся после верховых пожаров, а также сосновые насаждения, аналогичные погибшим от пожара по возрасту и типам леса. Пробные площади закладывались в типах леса сухой бор пологих всхолмлений (СБП), тип лесорастительных условий А₁, травяной бор (ТРБ), тип лесорастительных условий А₃, свежий бор (СВБ), тип лесорастительных условий А₂.

Исследования показали, что накопления подроста на гарях различаются как по лесорастительным подзонам, так и по типам леса. Если на гарях типа леса СБП в подзоне сухой степи подрост сосны отсутствует даже спустя 21 год после пожара, то в том же типе леса подзоны южной лесостепи его количество составляет 5,7 тыс. шт./га в пересчете на крупный спустя 12 лет после пожара. Количество жизнеспособного подроста сосны в типах леса ТРБ и СВБ в указанных подзонах составляет 0,2 и 4,5 тыс. шт./га в пересчете на крупный. При этом с продвижением на север увеличивается доля осины в составе подроста, что требует проведения рубок ухода для обеспечения господства сосны в типах леса ТРБ и СВБ. Отсутствие подроста в подзоне сухой степи вызывает необходимость искусственного лесовосстановления.

SPECIFICITY OF UNDERGROWTH WITH ACCUMULATION ON LEARNED AREAL IN DIFFERENT FOREST GROWING SUBZONES OF ALTAI BELT BORON

K. A. BASHEGUROV – undergraduate*

e-mail: kostyba@list.ru

ORCID ID: 0000-0002-9050-8902

A. A. MALINOVSKYH – candidate of biological science, assistant professor**

e-mail: almaa1976@yandex.ru

ORCID ID: 0000-0003-1719-3841

M. A. SAVIN – assistant**

e-mail: mihasavin@mail.ru

ORCID ID: 0000-0001-7196-418X

G. A. GODOVALOV – candidate of agricultural science, professor*

e-mail: godovalov1952@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-2309-2302

* FSBEE HE «Ural state forest engineering university»

620100, Russia, Yekaterinburg, Siberian tract, 37

** FSBEE HE «Altai state agrarian university»

656049, Russia, Barnaul, Krasnoarmeysky, 98

Keywords: *Altai belt boron, forest type, forest growing subzone, burned (out) area, density, viability.*

The paper deals with undergrowth quantitative and qualitative indices under the canopy of forest stands and on burned areas in condition of dry steppe subzones, arid steppe and southern-forest steppe of Altai kray belt boron.

The researches are based on the sampling area method and account plat forms. The latter are of 2×2 m and have been laid in 25–30 pieces per sampling area. On the account sites of sprouts and undergrowth have been determined and subdivided them according to species groups of height and viability condition.

Burned area that have been formed after head fires served as the object of researchers as well as the pine stands analogous to that ones perished from fires in their age and forest types. Sampling areas have been laid in dry boron type of sloping hills (DPF), forest-growing conditions type A₁, grassy boron (GPF) forest-growing conditions type A₃, fresh boron (FPB), forest-growing conditions type A₂.

The researches have shown that undergrowth accumulation on burned areas differs according it forest growing subzone as well as it forest types. Of on burned areas of (DPF) forest type in dry steppe subzone pine undergrowth is not revealed even 21 year later after fire then at the same forest type of the south forest steppe subzone us number constitutes 5.7 th. p./ha if evaluated in large ones 12 years later after fire. The number of viable pine undergrowth on forest type GPF and FPB in above mentioned subzone constitutes 0.2 and 4.5 th. p. /ha if evaluated in large ones. With extending it the north the share of aspen in composition of undergrowth is increasing, it calls for improvement felling carrying out it ensure pine prevalence in GPF and FPB. The lack a undergrowth in dry steppe subzone necessitate artificial reforestation carrying.

Введение

Одним из важнейших факторов, влияющих на все компоненты лесных насаждений, являются лесные пожары [1–5]. Последние не только уничтожают ценные лесные массивы, сводя на нет усилия многих поколений лесоводов,

но и создают реальную угрозу жизни населению [6–8]. Неслучайно созданию эффективного противопожарного устройства лесных насаждений лесоводами страны уделяется повышенное внимание [9–12]. В научной литературе имеют место работы по

минимизации послепожарных последствий. Последние посвящены преимущественно формированию растительности на пройденных лесными пожарами площадях [13–15]. Однако данных по вопросу лесовозобновления на пройденных лесными

пожарами площадях в научной литературе крайне недостаточно. Последнее объясняется тем, что на ход естественного лесовозобновления оказывают влияние многие факторы. Даже в рамках одного лесного района характер накопления подроста зависит от интенсивности пожара, сохранности древостоя, лесорастительной подзоны, типа леса и т.д. Так, в частности, с учетом специфики природных условий в 2013 г. был выделен новый Алтае-Новосибирский район лесостепей и ленточных боров [16].

К сожалению, несмотря на тот факт, что территория района неоднородна по климатическим условиям, все нормативно-технические документы разрабатываются в целом для района. Последнее приводит к снижению эффективности проводимых лесоводственных, лесокультурных и противопожарных мероприятий.

Целью наших исследований являлось изучение количественных и качественных показателей подроста на гарях в трех лесорастительных подзонах на территории Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров с последующей разработкой на этой основе рекомендаций по повышению эффективности лесоводственных мероприятий и минимизации послепожарного ущерба.

Объекты и методика исследований

Объектом исследований служили гари, сформировавшиеся после верховых пожаров на территории подзон сухой степи,

засушливой степи и южной лесостепи Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров. В качестве контроля были использованы сосновые древостои того же возраста и типа леса, что и погибшие в результате лесных пожаров. Особо следует отметить, что древостои на пройденных лесными пожарами площадях были вырублены сплошными санитарными рубками и оставлены под естественное зарастивание.

Исследования проводились на территории Озеро-Кузнецовского лесничества в подзоне сухой степи, Волчихинского и Новичихинского лесничеств – подзоне засушливой степи и Барнаульского лесничества – подзоне южной лесостепи.

Климат района исследований резко континентальный с коротким жарким летом, недостатком влаги и продолжительной холодной зимой. Особенностью климата является увеличение количества осадков и снижение летних температур с продвижением с юго-запада на северо-восток [17]. Так, количество осадков на территории Озеро-Кузнецовского лесничества не превышает 200 мм в год, а на территории Барнаульского лесничества – 450 мм.

К факторам, оказывающим негативное воздействие на лесовозобновление гарей, относятся высокие температуры на поверхности почвы, достигающие 62 °С, а также поздние весенние и ранние осенние заморозки.

В основу исследований положен метод пробных площадей (ПП), которые закладывались

в соответствии с широко известными апробированными методиками [18, 19]. Учет подроста производился на учетных площадках размером 2×2 м, равномерно расположенных в количестве 25–30 шт. на каждой ПП. При закладке учетных площадок учитывались всходы и подрост с подразделением их по породам, группам высот, жизнеспособности.

Пробные площади в каждой подзоне закладывались с учетом лесорастительных условий. Исследованиями были охвачены типы леса сухой бор пологих всхолмлений (СБП) (тип лесорастительных условий А), свежий бор (СВБ) (тип лесорастительных условий А₂) и травяной бор (ТРБ) (тип лесорастительных условий А₃).

Результаты и обсуждение

В соответствии с методикой исследований ПП были заложены как на пройденных лесными пожарами площадях, так и в прилегающих насаждениях, не пострадавших от огня, аналогичных типов леса и возраста древостоя. Таксационная характеристика древостоев ПП, которые служили контролем при оценке количественных и качественных показателей на гарях, приведена в табл. 1.

Материалы табл. 1 свидетельствуют, что ПП представляют сосновые насаждения, произрастающие в трех лесорастительных подзонах, имеющие близкий возраст 85–110 лет и относительную полноту 0,6–0,8. В то же время продуктивность древостоев су-

Таблица 1

Table 1

Таксационная характеристика древостоев ПП, не пройденных пожаром

Taxation characteristic of stand PP not covered by fire

| № ПП № PP | Рельеф Relief | Состав Composition | Возраст, лет Age, years | Высота, м Height, m | Диаметр, см Diameter, sm | Класс бонитета Class bonitet's | Тип леса Type the woods | Полнота Completeness | Запас, м³/га Stock, m³/ha |
|--|-------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Подзона сухой степи Dry steppe subzone | | | | | | | | | |
| 3 | Вершина Apex | 10C | 95 | 18 | 26 | IV | СБП | 0,6 | 170 |
| 4 | Низина Lowland | 8C2C | 105 | 24 | 30 | II | ТРБ | 0,7 | 220 |
| Подзона засушливой степи Arid steppe subzone | | | | | | | | | |
| 7 | Вершина Apex | 7C3C | 100 | 23 | 24 | III | СБП | 0,6 | 210 |
| 8 | Низина Lowland | 10C | 85 | 22 | 24 | II | СВБ | 0,7 | 240 |
| 11 | Вершина Apex | 10C | 110 | 23 | 34 | III | СБП | 0,6 | 240 |
| 12 | Низина Lowland | 8C2Oc | 105 | 24 | 36 | II | ТРБ | 0,8 | 310 |
| Подзона южной лесостепи The south forest steppe subzone | | | | | | | | | |
| 15 | Вершина Apex | 10C | 90 | 22 | 28 | III | СБП | 0,6 | 280 |
| 16 | Низина Lowland | 10C+C | 85 | 23 | 30 | II | СВБ | 0,8 | 320 |

ественно различается как по типам леса, так и по лесорастительным подзонам. Так, насаждения подзоны сухой степи типа леса СБП характеризуются IV классом бонитета, а типа леса ТРБ – II классом бонитета. С перемещением от подзоны сухой степи к подзоне южной лесостепи класс бонитета увеличивается. Улучшение условий произрастания подтверждается также и значениями запаса древостоя. Если в типе леса СБП подзоны сухой степи запас древостоев с полнотой 0,6 составляет 170 м³/га, то в условиях подзоны южной лесостепи при той же относительной

полноте он достигает 280 м³/га.

Представление о гари, где изучался подрост, позволяют получить рис. 1 и 2.

Материалы табл. 2 свидетельствуют, что как на гари, так и под пологом древостоев отсутствует сомнительный и нежизнеспособный подрост березы и осины.

В условиях типа леса СБП (тип лесорастительных условий А₂) подрост осины и березы не встречается в подзонах сухой и засушливой степи, а в подзоне южной лесостепи он встречается только на гари.

Сосновый подрост характеризуется всеми группами жизнеспособности. Однако в подзоне сухой степи он отсутствует на гари в типе леса СБП и под пологом контрольного древостоя в типе леса ТРБ. На наш взгляд, в первом случае (ПП 1) отсутствие подроста объясняется высокой температурой поверхности почвы, которая достигает 60 °С, что приводит к гибели всходов, во втором случае (ПП 4) – высокой конкуренцией со стороны живого напочвенного покрова.

Жизнеспособный подрост характеризуется всеми группами высот (табл. 3).



Рис. 1. Гарь после пожара 1997 г. в подзоне сухой степи, тип леса СБП
Fig. 1. Burning after the 1997 fire in dry steppe subzone, forest type DPF



Рис. 2. Гарь после пожара 1997 г. в подзоне засушливой степи, тип леса СБП
Fig. 2. Burning after the 1997 fire in dry arid steppe subzone, forest type DPF

Таблица 2

Table 2

Распределение подроста по категориям жизнеспособности

Distribution of undergrowth by vitality categories

| № ПП № PP | Объект An object | Тип леса Type the woods | Количество, тыс. шт./га Quantity th. ps./ha | | | | | | |
|--|---------------------|----------------------------|--|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | | | Сосна Pine | | | | Береза Ж. Birch | Осина Ж. Aspen | Всего Total |
| | | | Ж | См | Нж | Итого Total | | | |
| Подзона сухой степи Dry steppe subzone | | | | | | | | | |
| 1 | Гарь Cinder | СБП | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ |
| 2 | Гарь Cinder | ТРБ | $\frac{0,2}{1,9}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0,2}{1,9}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{8,7}{98,1}$ | $\frac{8,9}{100}$ |
| 3 | Контроль Control | СБП | $\frac{3,7}{51,2}$ | $\frac{1,8}{25,6}$ | $\frac{1,7}{23,2}$ | $\frac{7,2}{100}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{7,2}{100}$ |
| 4 | Контроль Control | ТРБ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ |
| Подзона засушливой степи Arid steppe subzone | | | | | | | | | |
| 5 | Гарь Cinder | СБП | $\frac{1,1}{68,7}$ | $\frac{0,2}{12,5}$ | $\frac{0,3}{18,7}$ | $\frac{1,6}{100}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ |
| 6 | Гарь Cinder | СВБ | $\frac{16,7}{34,9}$ | $\frac{2,8}{5,9}$ | $\frac{4,0}{8,4}$ | $\frac{23,5}{49,2}$ | $\frac{0,8}{1,6}$ | $\frac{23,5}{49,2}$ | $\frac{47,8}{100}$ |
| 7 | Контроль Control | СБП | $\frac{28,1}{73,7}$ | $\frac{6,9}{18,2}$ | $\frac{3,1}{8,1}$ | $\frac{38,1}{100}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{38,1}{100}$ |
| 8 | Контроль Control | СВБ | $\frac{18,4}{20,6}$ | $\frac{13,5}{15,0}$ | $\frac{57,5}{64,4}$ | $\frac{89,4}{100}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{89,4}{100}$ |
| 9 | Гарь Cinder | СБП | $\frac{0,5}{85,8}$ | $\frac{0,1}{14,2}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0,6}{100}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0,6}{100}$ |
| 10 | Гарь Cinder | ТРБ | $\frac{3,3}{25,0}$ | $\frac{0,3}{2,5}$ | $\frac{1,2}{8,7}$ | $\frac{4,8}{36,2}$ | $\frac{2,0}{15,0}$ | $\frac{6,5}{48,8}$ | $\frac{13,3}{100}$ |
| 11 | Контроль Control | СБП | $\frac{6,1}{21,2}$ | $\frac{2,3}{7,8}$ | $\frac{20,4}{70,6}$ | $\frac{28,8}{99,6}$ | $\frac{0,1}{0,4}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{28,9}{100}$ |
| 12 | Контроль Control | ТРБ | $\frac{1,5}{31,6}$ | $\frac{1,0}{21,1}$ | $\frac{2,3}{47,3}$ | $\frac{4,8}{100}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{4,8}{100}$ |
| Подзона южной лесостепи The south forest steppe subzone | | | | | | | | | |
| 13 | Гарь Cinder | СБП | $\frac{6,5}{41,4}$ | $\frac{2,7}{17,1}$ | $\frac{3,0}{19,1}$ | $\frac{12,2}{77,5}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{3,5}{22,5}$ | $\frac{15,7}{100}$ |
| 14 | | СВБ | $\frac{4,8}{45,7}$ | $\frac{1,0}{9,5}$ | $\frac{1,2}{11,0}$ | $\frac{7,0}{66,2}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{3,6}{33,7}$ | $\frac{10,6}{100}$ |
| 15 | Контроль Control | СБП | $\frac{75,7}{54,4}$ | $\frac{23,3}{16,8}$ | $\frac{40,2}{28,8}$ | $\frac{139,2}{100}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{139,2}{100}$ |
| 16 | Контроль Control | СВБ | $\frac{34,9}{43,4}$ | $\frac{5,0}{6,2}$ | $\frac{40,3}{50,4}$ | $\frac{80,2}{100}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{80,2}{100}$ |

Примечание. Ж – жизнеспособный, См – сомнительный, Нж – нежизнеспособный.

Note. Ж – viable, См – doubtful, Нж – non-viable.

Таблица 3

Table 3

Распределение жизнеспособного подроста по категориям крупности, тыс. шт./га/ %

Distribution of viable undergrowth by size categories th. ps./ha/ %

| № ПП № PP | Сосна Pine | | | | Береза Birth | | | | Осина Aspen | | | | Всего Total |
|--|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | Мелк. | Ср. | Кр. | Итого Total | Мелк. | Ср. | Кр. | Итого Total | Мелк. | Ср. | Кр. | Итого Total | |
| Подзона сухой степи Dry steppe subzone | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ |
| 2 | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0,1}{0,9}$ | $\frac{0,1}{0,9}$ | $\frac{0,2}{1,8}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{2,5}{28,0}$ | $\frac{6,1}{69,2}$ | $\frac{0,1}{0,9}$ | $\frac{8,7}{98,2}$ | $\frac{8,9}{100}$ |
| 3 | $\frac{2,5}{54,5}$ | $\frac{1,4}{30,9}$ | $\frac{0,7}{14,6}$ | $\frac{4,6}{100}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{4,6}{100}$ |
| 4 | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ |
| Подзона засушливой степи Arid steppe subzone | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | $\frac{0,3}{25,0}$ | $\frac{0,6}{50,0}$ | $\frac{0,3}{25,0}$ | $\frac{1,2}{100}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{1,2}{100}$ |
| 6 | $\frac{10,4}{24,6}$ | $\frac{5,5}{13,0}$ | $\frac{2,2}{5,1}$ | $\frac{18,1}{42,7}$ | $\frac{0,6}{1,4}$ | $\frac{0,23}{0,4}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0,8}{1,8}$ | $\frac{4,8}{11,4}$ | $\frac{15,3}{36,2}$ | $\frac{3,3}{7,9}$ | $\frac{23,5}{55,5}$ | $\frac{42,2}{100}$ |
| 7 | $\frac{28,2}{89,4}$ | $\frac{1,4}{4,4}$ | $\frac{1,9}{6,2}$ | $\frac{31,5}{100}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{31,5}{100}$ |
| 8 | $\frac{21,9}{86,9}$ | $\frac{0,9}{3,7}$ | $\frac{2,3}{9,4}$ | $\frac{25,1}{100}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{25,1}{100}$ |
| 9 | $\frac{0,4}{69,2}$ | $\frac{0,2}{30,8}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0,6}{100}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0,6}{100}$ |
| 10 | $\frac{1,7}{13,9}$ | $\frac{0,3}{2,8}$ | $\frac{1,5}{12,5}$ | $\frac{3,5}{21,2}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0,3}{2,8}$ | $\frac{1,7}{13,9}$ | $\frac{2,0}{16,7}$ | $\frac{2,0}{16,7}$ | $\frac{3,0}{25,0}$ | $\frac{1,5}{12,5}$ | $\frac{6,5}{24,2}$ | $\frac{12,0}{100}$ |
| 11 | $\frac{0,3}{4,2}$ | $\frac{2,7}{36,4}$ | $\frac{4,3}{57,6}$ | $\frac{7,3}{98,3}$ | $\frac{0,1}{1,7}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0,1}{1,7}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{7,4}{100}$ |
| 12 | $\frac{0,5}{27,1}$ | $\frac{0,2}{10,4}$ | $\frac{1,3}{62,5}$ | $\frac{2,0}{100}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{2,0}{100}$ |
| Подзона южной лесостепи The south forest steppe subzone | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | $\frac{2,4}{21,3}$ | $\frac{4,6}{40,4}$ | $\frac{0,8}{7,3}$ | $\frac{7,8}{69,0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{2,2}{19,0}$ | $\frac{1,3}{12,0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{3,5}{31,0}$ | $\frac{11,3}{100}$ |
| 14 | $\frac{0,3}{2,8}$ | $\frac{3,1}{34,6}$ | $\frac{2,0}{22,5}$ | $\frac{5,4}{59,9}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{2,8}{31,9}$ | $\frac{0,7}{8,2}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{3,5}{40,1}$ | $\frac{8,9}{100}$ |
| 15 | $\frac{87,0}{99,6}$ | $\frac{0,3}{0,4}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{87,3}{100}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{87,3}{100}$ |
| 16 | $\frac{37,3}{100}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{37,3}{100}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{0}{0}$ | $\frac{37,3}{100}$ |

Примечание. Мелк. – мелкий, Ср. – средний, Кр. – крупный.

Note. Мелк. – small, Ср. – middle, Кр. – large.

Материалы табл. 3 свидетельствуют, что максимальное количество жизнеспособного подроста зафиксировано в подзоне южной лесостепи, а минимальное – в подзоне сухой степи.

Более наглядную картину о состоянии подроста позволяют получить данные, приведенные в табл. 4.

Как следует из материалов табл. 4, подрост сосны, как и других пород, отсутствует на горях

в типе леса СБП и в контрольном насаждении в типе леса ТРБ в подзоне сухой степи.

Обеспеченность подростом определяется в соответствии с действующим нормативным документом. Поскольку для Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров такие нормативы еще не установлены, нами использованы требования, предъявляемые к Западно-Сибирскому Подтаежно-

лесостепному району. Для лишайникового типа леса критерием для перевода участка в покрытую лесной растительностью площадь является количество подроста не менее 2,5 тыс. шт./га при средней высоте более 0,9 м и возрасте 8 лет. В травяной и свежей группах типов леса для перевода участка в покрытую лесной растительностью площадь требуется 2,0 тыс. шт./га подроста высотой 1,3 м и возрастом 8 лет.

Таблица 4

Table 4

Основные таксационные показатели жизнеспособного подроста

Main taxation indicators of a viable undergrowth

| № ПП № PP | Давность пожара, лет Fire duration, year | Густота в переводе на крупный, шт./га Density translated into large, ps./ha | Густота, всего, шт./га Density of every- thing | Состав Composition | Состав в переводе на крупный Large composition | Средние по сосне Pine average | | | Встре- чаемость, % Occur- rence, % |
|--|---|--|---|-----------------------|--|----------------------------------|---|-------------------------------|--|
| | | | | | | Высота, см Height, sm | Диаметр на 0, см Diameter at 0, sm | Возраст, лет Age, years | |
| Подзона сухой степи Dry steppe subzone | | | | | | | | | |
| 1 | 22 | 0 | 0 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 22 | 6417 | 8917 | 9,80с0,2С | 9,80с0,2С | 199,8±18,91 | 5,7±0,56 | 14,9±0,37 | 53,3 |
| 3 | 0 | 3051 | 4584 | 10,0С | 10,0С | 107,2±7,13 | 1,9±0,14 | 17,2±0,59 | 60 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Подзона засушливой степи Arid steppe subzone | | | | | | | | | |
| 5 | 22 | 930 | 1200 | 10,0С | 10,0С | 205,6±28,50 | 5,5±0,74 | 14,6±0,97 | 44 |
| 6 | 22 | 30218 | 42335 | 4,3С5,50с0,2Б | 6,10с3,9С | 213,9±12,08 | 5,5±0,98 | 15,4±0,19 | 100 |
| 7 | 0 | 17153 | 31528 | 10,0С | 10,0С | 203,9±15,53 | 3,0±0,23 | 19,8±0,70 | 77,8 |
| 8 | 0 | 14032 | 25157 | 10,0С | 10,0С | 212,9±13,96 | 3,2±0,22 | 17,6±0,52 | 100 |
| 9 | 20 | 321 | 542 | 10,0С | 10,0С | 212,2 ±6,65 | 5,0±0,38 | 16,3±0,73 | 13,3 |
| 10 | 20 | 9433 | 12000 | 5,40с1,7Б2,9С | 5,20с2,0Б2,8С | 233,5±22,72 | 4,3±0,47 | 15,4±0,68 | 86,7 |
| 11 | 0 | 6619 | 7376 | 9,8С0,2Б | 9,9С0,1Б | 139,1±12,90 | 2,0±0,18 | 21,1±0,80 | 100 |
| 12 | 0 | 1687 | 2000 | 10,0С | 10,0С | 190,5±12,91 | 2,3±0,18 | 18,6±0,59 | 43,3 |
| Подзона южной лесостепи The south forest steppe subzone | | | | | | | | | |
| 13 | 13 | 7876 | 11353 | 6,9С3,10с | 7,2С2,80с | 239,0±20,93 | 5,0±0,63 | 12,8±0,32 | 80 |
| 14 | 13 | 6591 | 8898 | 6,0С4,00с | 7,0С3,00с | 213,6±9,05 | 3,9±0,29 | 11,5±0,27 | 46,7 |
| 15 | 0 | 43767 | 87334 | 10,0С | 10,0С | 108,8±10,62 | 1,2±0,12 | 21,0±1,27 | 100 |
| 16 | 0 | 18667 | 37333 | 10,0С | 10,0С | 119,5±8,53 | 1,7±0,16 | 13,1±0,39 | 100 |

Полученные нами данные свидетельствуют, что средняя высота подроста на всех ПП, где подрост имеется, превышает нормативную. В то же время густота подроста на гарях типа леса СБП в подзонах сухой степи и засушливой степи недостаточна для их перевода в покрытую лесом площадь. Проблема усугубляется тем, что давность пожара составляет 20–22 года. Другими словами, 20–22 года гари не продуцируют древесины, что абсолютно недопустимо.

В типах леса свежий бор и травяной бор количества подроста сосны в подзонах засушливой степи и южной лесостепи достаточно для перевода участков в покрытую лесной растительностью площадь. Однако здесь в составе подроста очень велика доля осины, что вызывает необходимость проведения интен-

сивных рубок ухода с целью обеспечения доминирования сосны в составе будущих молодняков.

Выводы

1. Возобновление гарей в подзонах сухой, засушливой и южной лесостепи протекает по-разному.

2. Максимальной обеспеченностью подростом характеризуются сосновые насаждения и гари подзоны южной лесостепи, а минимальной – подзоны сухой степи.

3. В составе подроста, помимо сосны, встречается подрост березы и осины.

4. Спустя 22 года после лесного пожара подрост отсутствовал на гарях в типе леса сухой бор пологих всхолмлений в подзоне сухой степи.

5. Гарь типа леса травяной бор в подзоне сухой степи возобновляется осинной. Доля сосны

в составе подроста не превышает 2 %.

6. Недостаточным количеством подроста для перевода в покрытую лесной растительностью площадь характеризуются гари типа леса сухой бор пологих всхолмлений в подзоне засушливой степи.

7. Для оперативного лесовосстановления гарей в подзонах сухой степи и засушливой степи необходимо проведение мер по искусственному лесовосстановлению.

8. В типах леса свежий бор и травяной бор на гарях необходимо проведение интенсивных рубок ухода с вырубкой корневых отпрысков осины.

9. Создание лесных культур необходимо проводить сразу после проведения сплошных санитарных рубок на пройденных лесными пожарами площадях.

Библиографический список

1. Залесов С. В. Лесная пирология : учебник. – Екатеринбург, 2006. – 312 с.
2. Шубин Д. А., Залесов С. В. Последствия лесных пожаров в сосняках Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края : моногр. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. – 127 с.
3. Шубин Д. А., Залесов С. В. Послепожарный отпад деревьев в сосновых насаждениях Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края // Аграрн. вестник Урала. – 2013. – № 5 (111). – С. 39–41.
4. Шубин Д. А., Малиновских А. А., Залесов С. В. Влияние пожаров на компоненты лесного биогеоценоза в Верхне-Обском боровом массиве // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. – 2013. – № 6 (44). – С. 205–208.
5. Марченко В. П., Залесов С. В. Горимость ленточных боров Прииртышья и пути ее минимизации на примере ГУ ГЛПР «Ертыс орманы» // Аграрн. вестник Урала. – 2013. – № 10 (108). – С. 55–59.
6. Защита населенных пунктов от природных пожаров / С. В. Залесов, Г. А. Годовалов, А. А. Крехтунов, Е. Ю. Платонов // Аграрн. вестник Урала. – 2013. – № 2 (108). – С. 34–36.
7. Крехтунов А. А., Залесов С. В. Охрана населенных пунктов от природных пожаров : моногр. – Екатеринбург : Урал. ин-т ГПС МЧС России, 2017. – 162 с.
8. Архипов Е. В., Залесов С. В. Динамика лесных пожаров в Республике Казахстан и их экологические последствия // Аграрн. вестник Урала. – 2017. – № 4 (158). – С. 10–15.

9. Данчева А. В., Залесов С. В. Влияние рубок ухода на биологическую и пожарную устойчивость сосновых древостоев // Аграрн. вестник Урала. – 2016. – № 3 (145). – С. 56–61.
10. Залесов С. В., Залесова Е. С., Оплетаев А. С. Рекомендации по совершенствованию охраны лесов от пожаров в ленточных борах Прииртышья : моногр. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ин-т, 2014. – 67 с.
11. Залесов С. В., Магасумова А. Г., Новоселова Н. Н. Оптимизация противопожарного устройства насаждений, формирующихся на бывших сельскохозяйственных угодьях // Вестник Алтайск. гос. аграрн. ун-та. – 2010. – № 4 (66). – С. 60–63.
12. Залесов С. В., Годовалов Г. А., Платонов Е. Ю. Уточненная шкала распределения участков лесного фонда по классам природной пожарной опасности // Аграрн. вестник Урала. – 2013. – № 10 (116). – С. 45–49.
13. Калачев А. А., Залесов С. В. Особенности послепожарного восстановления древостоев пихты сибирской в условиях Рудного Алтая // Изв. высш. учеб. завед. Лесн. жур. – 2016. – № 2 (350). – С. 19–30.
14. Данчева А. В., Залесов С. В. Особенности лесовозобновления гарей в условиях сухих сосняков Казахского мелкосопочника (на примере Баянаульского ГНПП // Изв. СПб. лесотехн. акад. – 2018. – Вып. 224. – С. 150–160.
15. Данчева А. В., Залесов С. В. Естественное лесовозобновление гарей в условиях сухих сосняков ленточных боров Прииртышья (на примере ГЛПР «Семей орманы» // Успехи современ. естествознания. – 2017. – № 7. – С. 24–29.
16. О внесении изменений в приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 18.08.2014 № 367 «Об утверждении перечня лесорастительных зон РФ и перечня лесных районов РФ»: утв. приказом Минприроды России от 19.02.2019 г. № 105. – URL: [http:// docs.cntd.ru/document/420224339](http://docs.cntd.ru/document/420224339)
17. Грибанов Л. Н. Степные боры Алтайского края и Казахстана. – М. ; Л. : Гослесбумиздат, 1960. – 156 с.
18. Основы фитомониторинга : учеб. пособие / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. А. Зотеева, А. Г. Магасумова. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. – 89 с.
19. Данчева А. В., Залесов С. В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения : учеб. пособие. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. – 152 с.

Bibliography

1. Zalesov S. V. Forest fire science : textbook. – Yekaterinburg : Basko, 2006. – 312 p.
2. Shubin D. A., Zalesov S. V. Impacts of forest fires in the pine forests of Priobskoye water-protection pine-birch forest area of the Altai territory : monograph. – Yekaterinburg : Ural state forestry Univ., 2016. – 127 p.
3. Shubin D. A., Zalesov S. V. Poslevoennyi mortality of trees in the pine plantations at the Ob water-protection pine-birch forest area of the Altai territory // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2013. – № 5 (111). – P. 39–41.
4. Shubin D. A., Malinovskih A. A., Zalesov S. V. Influence of fires on the components of forest biogeocenosis in the upper Ob Borovoe massif // Proceedings of the Orenburg state agrarian University. – 2013. – № 6 (44). – P. 205–208.
5. Marchenko V. P., Zalesov S. V. Combustibility of the belt forests of Irtysh and ways of its minimization the example of the su GLPR «Ertis ormany» // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2013. – № 10 (108). – P. 55–59.
6. Populated areas protection against natural fires / S. V. Zalesov, G. A. Godovalov, A. A. Krektunov, E. P. Platonov // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2013. – № 2 (108). – P. 34–36.
7. Krektunov A. A., Zalesov S. V. Protection of settlements from natural fires : monograph. – Yekaterinburg : Ural institute GPS MEC Russia, 2017. – 162 p.

8. Arkhipov E. V., Zalesov S. V. Dynamics of forest fires in the Republic of Kazakhstan and their ecological consequences // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2017. – № 4 (158). – P. 10–15.
 9. Dancheva A. V., Zalesov S. V. Influence of thinning on the biological and fire resistance of pine stands // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2016. – № 3 (145). – P. 56–61.
 10. Zalesov, S. V., Zalesova E. S., Opletaev A. S. Recommendations for improving protection of forests from fires in the belt forests of Irtysh region : monograph. – Yekaterinburg : Ural state forestry University, 2014. – 67 p.
 11. Zalesov S. V., Magasumova A. G., Novoselov N. N. Organization fire-fighting equipment spaces, formed on former agricultural lands // Bulletin of Altai state agrarian University. – 2010. – № 4 (66). – P. 60–63.
 12. Zalesov S. V., Godovalov G. A., Platonov E. P. Clarified scale for distribution of forest Fund blocks according the wildfire hazard classes // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2013. – № 10 (116). – P. 45–49.
 13. Kalachev A. A., Zalesov S. V. Post-fire recovery peculiarities of Siberian fir-tree stands under condition of Rudny Altai // IVUZ Forest journal. – 2016. – № 2. – P. 19–30.
 14. Dancheva, A. V., Zalesov S. V. Features of reforestation of burned areas in dry pine forests of the Kazakh Upland in example State National Nature Park «Bayanaul» // News Sankt-Peterb. Forestry Akad. – 2018. – Is. 224. – P. 150–160.
 15. Dancheva A. V., Zalesov S. V. Natural reafforestation at the burnt area in belt pine forests of the Priirtyshye (for example SPNFR «Semey ormany») // Advances in current natural sciences. – 2017. – № 7. – P. 24–29.
 16. On amendments to the order of the Ministry of Natural resources and Ecology of the Russian Federation from 18.08.2014 № 367 « On approval of the List of forest growing zones of the Russian Federation and the List of forest regions of the Russian Federation»: approved by order of the Ministry of Natural Resources of Russia from 19.02.2019 y. № 105. – URL: [http:// docs.cntd.ru/document/420224339](http://docs.cntd.ru/document/420224339)
 17. Gribanov L. N. Stepynye bory Altayskogo kraya i Kazakhstana. – Moscow ; Leningrad : Gosbumizdat, 1960. – 156 p.
 18. Basics of phytomonitoring : textbook / N. P. Bunkova, S. V. Zalesov, E. A. Zoteeva, A. G. Magasumova. – Yekaterinburg : Ural state forestry Univ., 2011. – 89 p.
 19. Dancheva A. V., Zalesov S. V. Ecological monitoring of recreational forest stand: a study guide : textbook. – Yekaterinburg : Ural state forestry Univ., 2015. – 152 p.
-

УДК 630*221.02:630*231.1

СОСТОЯНИЕ ДРЕВОСТОЯ И СОСТАВ ПОДРОСТА ПОСЛЕ ПЕРВОГО ПРИЕМА РАВНОМЕРНО-ПОСТЕПЕННОЙ РУБКИ В ПЕРЕСТОЙНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ БЕРЕЗНЯКАХ

Н. Н. ТЕРИНОВ – доктор сельскохозяйственных наук,
профессор кафедры технологии и оборудования лесопромышленного производства*,
тел.: 8(343)254-61-69, e-mail: n_n_terinov@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-5936-208X

К. А. КЛИМОВ – магистрант кафедры технологии
и оборудования лесопромышленного производства*,
тел.: 8(343)254-61-69, e-mail: iatvoibog@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-9545-5806

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, д. 37

Ключевые слова: производное мягколиственное насаждение, равномерно-постепенная рубка, естественное возобновление.

Объектом исследования являлось перестойное производное от ельника мягколиственное насаждение. Изучались состояние древостоя и соотношение темнохвойных и мягколиственных пород в составе подроста после первого приема равномерно-постепенной рубки. Наблюдения проводились в течение 17 лет. Рассматривались два варианта отбора деревьев в первый прием. В первом варианте из верхнего яруса древостоя вырубались преимущественно деревья темнохвойных пород, во втором – только мягколиственные. Установлено, что при варианте, где в первый прием вырубались преимущественно хвойные деревья, не требуется специальной подготовки вальщика и оператора валочной машины. Клеймение деревьев на 15 % увеличило общее время на отвод лесосеки в рубку, что фактически составило 1 чел./день. На основании данных перечета установлено, что древостой за 17 лет не восстановил свой исходный запас до рубки. Зафиксировано также от 13 до 25 % деревьев березы, отнесенных к VII категории состояния деревьев. Гибель деревьев этой категории в процессе последних исследований была уже отмечена, и следует ожидать, что основной их отпад произойдет в ближайшей перспективе. Установлено, что после вырубki в первый прием только мягколиственных пород происходит массовое появление поросли березы и осины, которые в течение почти 10 лет доминируют в составе подроста. После вырубki преимущественно хвойных пород преобладание темнохвойных деревьев в составе подроста под пологом древостоев происходит в период 3–5 лет, т. е. до срока проведения второго приема рубки. При условии активно формирующегося после рубки нижнего темнохвойного яруса отмечены сдерживание роста подроста мягколиственный пород и последующая его гибель. Через 17 лет после рубки в состав подроста вошли только особи березы и осины, высота которых была существенно больше средней высоты темнохвойного подроста. По результатам исследования следует, что в перестойном мягколиственном древостое с целью предотвращения захламливания лесосек и потери древесины необходимо установить минимальный срок между приемами постепенной рубки, т. е. шесть лет.

CONDITION OF FOREST STAND AND GROWTH COMPOSITION AFTER THE FIRST PHASE OF EVEN-GRADUAL CUTTING IN OVERAGED SECONDARY BIRCH FORESTS

N. N. TERINOV – Doctor of Agricultural Sciences, Professor
of Technology and Equipment of Forest Industrial Production Department*,
phone: 8(343)254-61-69, e-mail: n_n_terinov@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-5936-208X

K. A. KLIMOV – Undergraduate of Technology and Equipment
of Forest Industrial Production Department*,
phone: 8(343)254-61-69, e-mail: iatvoibog@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-9545-5806

* FSBEE HE «Ural state forest engineering university»
620100, Russia, Yekaterinburg, Siberian tract, 37

Keywords: *secondary soft-deciduous forest, of even-gradual cutting, natural reforestation.*

The object of the study is a overaged secondary from spruce soft- deciduous one. The condition of the stand and balance composition of dark-coniferous and soft- deciduous forest species in the composition of the growth after the first phase of even-gradual cutting is studied. The observations were carried out for seventeen years. Two options of the trees selecting for the first phase are considered. In the first version from the upper stand story the mainly dark-coniferous species are cut, in the second version – only soft-deciduous species. It has been established that the variant, where the first phase cut mainly coniferous trees, the fellers and the machine operators does not require special training. The marking of trees increased the total time for doing of forest site to cutting by 15 %. It is actually one person/day. On base of accounting data are defined that the stand for 17 years not restored its original volum before the cutting. Also it was fixed from 13 to 25 % of birch trees owned to VII category condition trees. The death of trees in this category in the process of last researches already has been noted and it is to be expected that their main death will be in the near future. It is established that after cutting in the first phase only soft-deciduous species there is a mass appearance of birch and aspen young trees, which for almost 10 years dominate in the composition of the growth. After cutting mainly coniferous species the predominance of dark-coniferous trees in the composition of the growth under the canopy of trees occurs in the period 3–5 years or before the date of the second phase of cutting. Subject to actively forming after the cutting of the lower dark-coniferous story, there is a keeping of the growth of the soft- deciduous growth and subsequent his death. Through 17 years after cutting only birch and aspen trees were in the growth composition. Them height was significantly higher than the average height of the dark-coniferous growth. According to the study results it follows that in the overaged soft-deciduous stand to prevent a falling trees and loss of wood it is necessary to establish a minimum period between phases of gradual cutting, that is six years.

Введение

Наряду с главной задачей равномерно-постепенной рубки в спелых и перестойных древостоях, преследующей прежде всего экономическую цель, второй задачей является сохранение и создание благоприятных условий для роста и развития

молодых поколений древесных пород. Тем не менее даже при соблюдении лесоводственных требований в коренных хвойных насаждениях не всегда после завершения рубки достигается формирование молодняка с преобладанием главной породы. Это связано с биологическими осо-

бенностями комплекса древесных растений и их реакцией на изменившиеся в результате рубок лесорастительные условия. С одной стороны, это гибель хвойного подростa и тонкомерных деревьев в результате повреждения в ходе и после лесосечных работ, с другой – высокая

порослевая способность мягколиственных пород и быстрый их рост по отношению к таковым в сохранившемся после рубки подросте предварительной генерации. Перечисленные факты общеизвестны, но они далеко не всегда учитываются в практической деятельности лесозаготовительных предприятий. Тем не менее имеется ряд технологических решений по вопросу успешного формирования рубками хвойных насаждений на месте производных березняков и осинников. Первые рекомендации в этом направлении были предложены И. И. Шишковым еще в 1956 г. на основании наблюдений за динамикой роста подроста ели под пологом разреженных лиственных древостоев, из которых во время Великой Отечественной войны вырубались только деревья ели [1].

Цель, методика

и объекты исследования

Цель работы – проанализировать результаты разных способов отбора деревьев в первый прием равномерно-постепенной рубки на состояние древостоя и участие хвойных и мягколиственных пород в составе подроста.

Объект исследований находится в Нижнесергинском лесхозе Бардымского лесничества (ныне Нижнесергинское лесничество, Бардымское участковое лесничество) в кв. 124, выд. 4, в верхней и средней части пологого склона юго-восточной экспозиции. Тип леса – ельник липняковый. По режиму увлажнения он относится к группе типов

леса устойчиво свежие [2]. На объекте сформировалось производное мягколиственное насаждение II класса бонитета с подростом темнохвойных пород. Высокополнотный древостой представлен несколькими поколениями хвойных пород в составе, в том числе и в верхнем ярусе. В верхнем ярусе доминирует береза или осина. Их возраст 85 лет. Можно с высокой долей вероятности утверждать, что производный мягколиственный древостой образовался в результате сплошной рубки, проведенной около 85 лет назад. Из части сохранившегося после рубки темнохвойного подроста предварительной генерации и мягколиственных пород сформировался верхний ярус древостоя, а из ели и пихты последующего происхождения – нижний. Эта закономерность подтверждается и другими авторами [3].

На объекте осенью 2002 г. и весной 2003 г. на площади 25,6 га в двух вариантах был проведен первый прием равномерно-постепенной рубки. В первом варианте вырубались преимущественно хвойные (участки 1, 3, 4) деревья, во втором – только мягколиственные древесные породы (участок 2). Такая схема позволяет установить различия в динамике заселения древесных растений на лесосеках, где выборка деревьев в первый прием была выполнена двумя диаметрально противоположными методами. Участок 7 оставлен в качестве контрольного. На нем рубка не производилась.

Подготовительные работы проводились согласно регламенту по технике безопасности: лесосека ограничивалась 50-метровой зоной, где вырубались «опасные» деревья, устанавливались знаки и аншлаги. Клеймение деревьев, где в рубку назначались только деревья мягколиственных древесных пород, производилось на участке 2. Площадь лесосеки составляла 4,0 га. Это на 15 % увеличило общее время на отвод лесосеки в рубку, фактически – 1 чел./день.

При проведении рубки применялась традиционная технология лесосечных работ. Лесосеки разбивались на 25-метровые пасеки (21 м – пасека, 4 м – волок). Такая ширина пасеки при средней высоте деревьев 22–25 м гарантированно обеспечивала валку деревьев под углом не более 30° по отношению к пасечному волоку. Валка деревьев осуществлялась бензомоторной пилой «Хускварна» вершиной на предварительно прорубленный волок. Там же осуществлялась и обрубка ветвей, которые оставались на волоке для его укрепления. Трелевка хлыстов за вершину на верхний склад производилась чокерным трелевочным тракторам ТДТ-55. Там же была организована раскряжевка хлыстов на 6-метровые сортименты. Вывозка заготовленной древесины осуществлялась автомобилем «Урал», оборудованном манипулятором.

Через 3 года после завершения лесосечных работ на объекте были заложены постоянные пробные площади (ПП),

которые соответствовали номеру участка. Все пробные площади были промерены, ограничены визирами и остолблены. На каждой ПП выполнен сплошной пересчет деревьев по породам и ступеням толщины, на основании которого определялась таксационная характеристика древостоя. Повторный пересчет был произведен через 17 лет после первого приема равномерно-постепенной рубки. На основании полученных данных по соответствующим таблицам устанавливалась таксационная характеристика древостоя на период проведения исследований. Периодически через 3, 5, 7, 10 и 17 лет после первого приема равномерно-постепенной рубки производился учет подроста на 30 круговых площадках $R = 1,78$ м [4]. На каждой площадке учитывалась древесная порода и ее высота. Анализ этой информации позволил сделать вывод об успешности процесса естественного возобновления при разных вариантах равномерно-постепенной рубки.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате повторного сплошного пересчета деревьев на всех ПП была определена таксационная характеристика древостоя после первого приема равномерно-постепенной рубки через 17 лет. Общим для всех участков по отношению к характеристике древостоя, установленной сразу после рубки, является снижение бонитета на один класс (со II до III) и увеличение

количества темнохвойных древесных пород в составе верхнего и нижнего ярусов древостоя (табл. 1). В первом случае это произошло в связи с увеличением возраста деревьев верхнего яруса при практическом сохранении средней высоты древостоя, во втором – за счет гибели части наименее долговечных мягколиственных пород ($1,4\text{--}2,9$ м³/га в год) и выхода части крупного подроста в нижний ярус древостоя.

Древостой за 17 лет не восстановил свой исходный запас до рубки. Кроме того, на ПП 1, 3 и 4 зафиксировано соответственно 13, 24 и 25 % деревьев березы, отнесенных к VII категории состояния деревьев (деревья со структурными изъянами: наличие дупел, гнилей, обрыв корней, опасный наклон, способными привести к падению всего дерева или его части) [5]. В процессе последнего обследования уже была зафиксирована гибель нескольких деревьев березы этой категории состояния. Следует ожидать, что этот процесс продолжится в ближайшей перспективе.

Количество и высота темнохвойного и мягколиственного подроста через 3 года после рубки на ПП 1 и 4 оказались практически одинаковыми. На ПП 3 при большем количестве подроста осины его высота почти в 2 раза ниже, чем ели и пихты. На ПП 2 наблюдается иная картина: при одинаковой высоте количество подроста мягколиственных пород в 2,3 раза больше, чем темнохвойного.

Метод отбора деревьев в первый прием равномерно-постепенной рубки существенно повлиял на динамику состава и роста подроста древесных пород за 17-летний период наблюдений (табл. 2). Доминирование темнохвойного подроста под пологом древостоя на ПП 1 и ПП 4 произошло сразу, а на ПП 3 – через 5 лет после первого приема равномерно-постепенной рубки. Высота подроста ели и пихты на этих участках в течение 17 лет либо была равной, либо существенно превышала высоту подроста березы и осины. На ПП 2 в варианте, где в первый прием равномерно-постепенной рубки вырубались только лиственные древесные породы, практически в течение всего периода наблюдений высота мягколиственных пород существенно превышала высоту подроста ели и пихты. На этом участке деревья осины и березы в течение почти 10 лет доминировали в составе подроста. После этого периода произошла гибель подроста осины. В это же время отмечалось более чем 3-кратное увеличение количества деревьев в нижнем ярусе древостоя за счет темнохвойного подроста крупной категории высот (см. табл. 1). Развитие нижнего яруса древостоя и высокое участие темнохвойных пород в его составе является причиной последующей гибели подроста осины. В результате через 17 лет участие осины в составе подроста составляет 20 %. Выжили только крупные деревья осины, высота которых в 2,2 раза достоверно превышала высоту подроста ели и пихты.

Таблица 1
Table 1

Таксационная характеристика древостоев через 3 года (числитель)
и 17 лет (знаменатель) после первого приема равномерно-постепенной рубки
Taxation characteristics of stands after 3 years (numerator)
and after 17 years (denominator) of first phase of even-gradual cutting

| № ПП № ТА | Интен- сивность рубки, % Intensi-ty of cutting | Метод отбора деревьев в первый прием Method of selecting trees for first phase | Верхний ярус Upper story | | Нижний ярус Lower story | | | Подрост Growth | | | | |
|--------------------|--|---|----------------------------------|------------------------------|--|-------------------------------|------------------------------|--|--|-----------------------------|--|---|
| | | | Состав Composition | Пол- нота Den- sity | Запас, м³/га Volu- me, m³/ha | Состав Composition | Пол- нота Den- sity | Коли- чество, экз./га Number, units/ha | Запас, м³/га Volu- me, m³/ha | Состав Composition | Высота, м Height, m | Количество, тыс. экз./га Number, thousand units/ha |
| 1 | 47 | Преиму- щественно хвойные Mainly coniferous species | $\frac{9Б1Ос+Е,П}{7Б2Е1П}$ | $\frac{0,40}{0,60}$ | $\frac{150}{200}$ | $\frac{5Е3П2Б}{6Е2П2Б}$ | $\frac{0,10}{0,15}$ | $\frac{150}{370}$ | $\frac{17}{18}$ | $\frac{4П2Е1Б3Ос}{8П2Е}$ | $\frac{1,4}{2,5}$ $\frac{1,3}{-}$ | $\frac{2,0}{3,5}$ $\frac{1,5}{-}$ |
| 3 | 45 | | $\frac{6Б3Ос1Е+П}{6Б2Ос2Е}$ | $\frac{0,45}{0,70}$ | $\frac{180}{240}$ | $\frac{4Е2П4Б}{5Е2П3Б}$ | $\frac{0,10}{0,15}$ | $\frac{250}{400}$ | $\frac{20}{30}$ | $\frac{6Ос2Е2П}{6П4Е}$ | $\frac{1,5}{1,4}$ $\frac{0,8}{-}$ | $\frac{2,2}{2,2}$ $\frac{3,5}{-}$ |
| 4 | 48 | | $\frac{8Б1Е1Ос+П}{7Б2Е1Ос,ед.П}$ | $\frac{0,45}{0,70}$ | $\frac{180}{250}$ | $\frac{6Е4Б}{7Е3Б+П}$ | $\frac{0,20}{0,30}$ | $\frac{470}{550}$ | $\frac{25}{40}$ | $\frac{5П2Е3Ос}{7П3Е}$ | $\frac{1,0}{1,8}$ $\frac{0,8}{-}$ | $\frac{3,4}{5,2}$ $\frac{1,7}{-}$ |
| 2 | 55 | Только лиственные Only leafed species | $\frac{7Е1Б2Ос+П}{7Е1П1Б1Ос}$ | $\frac{0,35}{0,45}$ | $\frac{130}{185}$ | $\frac{5Е1П4Б}{4Е4П2Б}$ | $\frac{0,10}{0,30}$ | $\frac{270}{820}$ | $\frac{21}{40}$ | $\frac{6Ос1Б3П+Е}{6П2Е2Ос}$ | $\frac{1,2}{2,5}$ $\frac{1,3}{5,6}$ | $\frac{3,8}{5,7}$ $\frac{8,7}{0,8}$ |
| 7 | - | Лес Control area | $\frac{7Ос1Б2Е+П}{7Ос1Б2Е+П}$ | $\frac{0,70}{0,60}$ | $\frac{295}{260}$ | $\frac{2Е4П1Б3Лп}{4Е4П2Лп+Б}$ | $\frac{0,20}{0,30}$ | $\frac{400}{650}$ | $\frac{25}{35}$ | $\frac{6П4Е}{7П3Е}$ | $\frac{1,1}{2,0}$ $\frac{1,3}{5,6}$ | $\frac{5,6}{4,8}$ $\frac{8,7}{0,8}$ |

Таблица 2
Table 2

Характеристика подроста на участках после первого приема равномерно-постепенной рубки
Characteristics of growth on sites after the first phase of even-gradual cutting There is no data

| № ПП № TA | Метод отбора деревьев Method of electing trees | Характеристика подроста после рубки Characteristics of growth after cutting | | | | | | | | | | | |
|--------------|--|--|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| | | через 3 года after 3 years | | | через 5 лет after 5 years | | | через 7 лет after 7 years | | | через 10 лет after 10 years | | |
| | | Высота, м Height, m | | Состав Compo- sition | Высота, м Height, m | | Состав Compo- sition | Высота, м Height, m | | Состав Compo- sition | Высота, м Height, m | | Состав Compo- sition |
| | | Ель, пихта Spruce, fir | Береза, осина Birch, aspen | | Ель, пихта Spruce, fir | Береза, осина Birch, aspen | | Ель, пихта Spruce, fir | Береза, осина Birch, aspen | | Ель, пихта Spruce, fir | Береза, осина Birch, aspen | |
| 1 | Преиму- щественно хвойные Mainly conifer-ous | 1,4±0,16 | 1,3±0,16 | 4П2Е3Ос1Б | 2,1±0,20 | 1,3±0,21 | 2,3±0,24 | 1,4±0,10 | 7П1Е1Б1Ос | 7П2Е1Ос+Б | 2,5±0,13 | – | 8П2Е |
| 3 | | 1,5±0,14 | 0,8±0,05 | 6Ос2Е2П | 1,8±0,15 | 1,5±0,09 | 2,0±0,22 | 1,6±0,10 | 4П2Е4Ос | 6П4Е | 2,2±0,16 | – | 6П4Е |
| 4 | | 1,0±0,08 | 0,8±0,06 | 5П2Е3Ос | 1,5±0,17 | 1,6±0,09 | 1,8±0,15 | – | 8П2Е+Ос | 7П3Е | 1,8±0,92 | – | 7П3Е |
| 2 | Только лиственные Only deciduous | 1,2±0,20 | 1,3±0,05 | 6Ос1Б3П+Е | 1,5±0,16 | 2,1±0,15 | 1,8±0,14 | 2,2±0,10 | 6Ос1Б3П+Е | 4Ос1Б4П+Е | 2,5±0,12 | 5,6±0,34 | 6П2Е2Ос |
| 7 | Лес Control area | 1,2±0,06 | – | 6П4Е | Данных нет No data | Данных нет No data | 1,4±0,07 | – | 6П4Е | 6П4Е | 2,0±0,14 | – | 6П4Е |

Выводы

1. Вырубка в первый прием постепенной рубки преимущественно деревьев хвойных пород не требует специальной подготовки вальщика и оператора валочной машины.

2. В перестойном мягколиственном древостое при проведении постепенной рубки с целью предотвращения гибели деревьев березы и осины период между приемами должен быть минимальным.

3. После вырубки мягколиственных пород в первый прием

постепенной рубки происходит массовое появление поросли березы и осины.

4. В варианте, где в первый прием постепенной рубки вырубались только лиственные древесные породы, деревья осины и березы в течение почти 10 лет доминировали в составе подраста. В альтернативном варианте доминирование темнохвойного подраста под пологом древостоев произошло сразу после рубки.

5. Активно формирующийся после рубки нижний темнохвой-

ный ярус сдерживает рост подраста мягколиственных пород и через 10–15 лет может привести к их гибели. Выживают только те особи березы и осины, высота которых существенно выше средней высоты темнохвойного подраста.

6. Анализ результатов исследования позволяет рекомендовать ограничение срока между приемами постепенной рубки в перестойном мягколиственном древостое шестью годами.

Библиографический список

1. Шишков И. И. Вариант постепенной рубки в елово-лиственных и лиственно-еловых насаждениях // Изв. высш. учеб. завед. Лесн. жур. – 1958. – № 6. – С. 42–46.
2. Колесников Б. П., Зубарева Р. С., Смолоногов Е. П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. – Свердловск : УНЦ АН СССР, 1973. – 275 с.
3. Чупров Н. П. Основы организации хозяйства в березняках Архангельской области // Рубки и восстановление леса на севере. – Архангельск : Сев.-Зап. кн. изд-во, 1968. – С. 313–320.
4. Справочник общесоюзных нормативов для таксации лесов. – М. : Колос, 1992. – 495 с.
5. О Правилах санитарной безопасности в лесах : постановление Правительства РФ N 607 : принято 20.05.2017. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/436736467> (дата обращения: 13 марта 2020).

Bibliography

1. Shishkov I. I. Option of gradual cutting in the spruce-deciduous and deciduous-spruce forests // News of higher education institutions. Forest journal. – 1958. – No 6. – P. 42–46.
2. Kolesnikov B. P., Zubareva R. S., Smolonogov E. P. Forest conditions and forest types of Sverdlovsk region. – Yekaterinburg : USC AS USSR, 1973. – 275 p.
3. Chuprov N. P. Basics of organization of forestry in the birch trees of the Arkhangelsk region // Cutting and forestation on the north. – Arkhangelsk : North-Western Book Publishing House, 1968. – P. 313–320.
4. Directory of union regulations for forest taxation. – M.: Kolos, 1992. – 495 p.
5. On the Rules of Sanitary Safety in forests Russian : Government Decree N 607 : May 20, 2017. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/436736467> (address date: March 13, 2020).

УДК 630.43(470.54)

ПРОТИВОПОЖАРНОЕ УСТРОЙСТВО НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ НА ПРИМЕРЕ ПОС. ПРИОЗЕРНЫЙ

Р. Б. МАЛИЦКИЙ – магистрант кафедры лесоводства*

Н. М. ФИРСОВ – магистрант кафедры лесоводства*

Е. Ю. ПЛАТОНОВ – аспирант кафедры лесоводства*

И. А. ПАНИН – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель*

ORCID ID: 0000-0002-7798-3442

Е. С. ЗАЛЕСОВА – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*

e-mail: bla1983@yandex.ru

ORCID ID: 0000-0002-3060-9461

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»

620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,

тел. 8(343) 261-52-88

Ключевые слова: Ямало-Ненецкий автономный округ, природные пожары, противопожарное устройство, противопожарные барьеры, населенный пункт, класс природной пожарной опасности.

На примере пос. Приозерный Надымского района Ямало-Ненецкого автономного округа выполнено противопожарное устройство лесов, обеспечивающее защиту населенного пункта от всех видов природных пожаров. При проведении противопожарного устройства на основе картографических материалов проанализирована имеющаяся сеть естественных и искусственных противопожарных барьеров (реки, дороги и т. д.). Выполнено распределение имеющихся в 10-километровой зоне насаждений по классам природной пожарной опасности.

Проектируемые элементы противопожарного устройства преследуют цель остановки природных пожаров на пути к населенному пункту или создания условий для их остановки и ликвидации. В качестве основы противопожарного устройства, помимо имеющихся естественных противопожарных барьеров, предложены противопожарные заслоны, способные остановить любой вид природного пожара.

При проведении противопожарного устройства учитывается, что прилегающие к населенному пункту насаждения активно посещаются населением, а следовательно, объекты противопожарного обустройства не должны снижать эстетическую привлекательность насаждений.

Особое внимание уделяется благоустройству территории. Оборудуются места отдыха с созданием малых архитектурных форм, что обеспечивает концентрацию отдыхающих на участках, обустроенных в противопожарном отношении.

Реализация проекта противопожарного обустройства пос. Приозерный обеспечивает его надежную защиту от природных пожаров при минимальных затратах и улучшение комфортности населения, отдыхающего на прилегающей к поселку территории.

ANTIFIRE ARRANGEMENT OF ONHABITED LOCALITIES ON THE EXAMPLE OF PRIOZERNY SETTLEMENT

R. B. MALITSKY – Magister of the forestry chair*

N. M. FIRSOV – Magister of the forestry chair*

E. Yu. PLATONOV – Post graduate student al the forestry chair*

I. A. PANIN – cand. of agric sciences, oberlehrer*

ORCID ID: 0000-0002-7798-3442

E. S. ZALESOVA – cand. of agric sciences, assistant professor*

e-mail: bla1983@yandex.ru

ORCID ID: 0000-0002-3060-9461

*FSBEE HE «Ural state forest engineering university»

620100, Russia, Yekaterinburg, Siberian tract, 37,

phone: 8(343) 261-52-88

Keywords: *Jamalo-Nenetsky autonomous okrug, natural fires, anti-fire arrangement, anti-fire barriers, settlement, fire hazard class.*

On the example of Priozerly village of the nadym district (Jamalo-Nenetsky autonomous okrug) a fire bighting arrangement of forests was carried out to protect the village from all tepes of natural fires. When performing a forest fire arrangement based on cartographic materials there has been analyzed the existing networka ol natural and artificial antifire basriers. The distribution of forest stands in the 10 kilometer zone was performed according to the classes of natural fire hazard.

Designed clements of the antifire arrangement are aimed at stopping natural fires on there way to the village or orating conditions for their stopping or elimination. An addition to the existing natural anti fire barriers there were proposed fire bassiers capable to stop any kind of natural fires as a basic for a fire arrangement when performing a fire fighting arrangement it is taken it account that the plantings adjacent to the selectmen are actively visited by the population and there fore the objects of antifire arrangement should wot reduce the aesthetic aftractiveness of the plantations.

Special attention was paid to landscaping recreation facilities were equipped using crealion of small architectural forms that ensures the concentration of vocationeers on areas equipped with fire-protection facilities.

The implementation of prioserny village anti-fire arrangement onsures its reliable protection against natural fire at minimal cost and impraves the comfort at the population that rests on the territoire adjacent to the village.

Введение

Общеизвестно, что природные пожары, в том числе лесные, оказывают существенное влияние на экологию стран бореальной зоны, наносят существенный ущерб экономике и угрожают жизни и здоровью населения [1–3]. Принимаемые попытки минимизации противопожарного ущерба, к сожалению, до последнего времени не дали положительных результатов. Естественно, что

проведение лесоводственных мероприятий способствует повышению пожароустойчивости древостоев [4, 5], а выполнение мероприятий по противопожарному устройству [6–9] – облегчению тушения лесных пожаров и даже останавливает их продвижение по территории лесного фонда. Однако сложность борьбы с огнем объясняется тем, что лесные пожары, как и лес, – явление географическое. Други-

ми словами, специфика охраны лесов от пожаров существенно различается по регионам [10] и внутри регионов [11, 12].

Степень воздействия на лесные насаждения природных пожаров различной интенсивности также существенно различается [13, 14]. В ряде случаев беглые низовые лесные пожары оказывают положительное влияние на древостои, способствуя, в частности, появлению всходов

и накоплению подроста хвойных пород [15, 16]. Однако положительный эффект лесных пожаров многократно перекрывается негативными последствиями. В частности, ежегодно в огне природных пожаров уничтожаются сотни жилых зданий, объектов экономики, гибнут люди. Указанное вызывает необходимость расходования значительных средств на организацию охраны лесов и населенных пунктов и разработки новых способов тушения и противопожарного устройства [17–19].

К сожалению, работ по противопожарному устройству населенных пунктов в подзоне северной тайги очень немного, что и определило направление наших исследований.

Цель и объекты исследований

Целью исследований была разработка проекта противопожарного устройства населенного пункта на примере пос. Приозерный.

Поселок Приозерный Надымского района Ямало-Ненецкого автономного округа расположен в 218 км от г. Надыма на относительно ровной площади, слабо наклоненной к реке Левая Хетта.

Климат в районе пос. Приозерный переходный от субарктического к умеренно-континентальному. Зима длинная (7–8 месяцев) с резкими колебаниями температуры, снегопадами и метелями. Средняя годовая температура воздуха $-6,6^{\circ}\text{C}$ при абсолютном минимуме -57°C и абсолютном максимуме $+35^{\circ}\text{C}$.

Среднее количество осадков 450 мм/год , при этом с апреля по октябрь выпадает $300\text{--}350\text{ мм}$ осадков. Устойчивый снежный покров наблюдается в течение $210\text{--}220$ дней. Средняя скорость ветра $3,5\text{ м/с}$. Максимальная скорость ветра $25\text{--}35\text{ м/с}$, при этом зимой преобладают ветры ЮЗ румбов, а летом северных.

В районе поселка преобладают песчаные почвы. В соответствии с действующими нормативными документами район расположения пос. Приозерный относится к Западно-Сибирскому северо-таежному равнинному лесному району таежной лесорастительной зоны.

Лесная растительность представлена редколесьями из лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour.), берез повислой (*Betula pendula* Roth.) и пушистой (*B. pabescens* Ehrh.).

Зеленые насаждения на территории поселка представлены сохранившимися участками естественной древесно-кустарниковой растительности. Общая площадь этих участков около $2,0\text{ га}$.

Вокруг пос. Приозерный расположен лесной фонд Лонг-Юганского участкового лесничества Надымского лесничества. За последние 5 лет в припоселковых лесах было зарегистрировано 4 пожара с общей пройденной огнем площадью 245 га .

Распределение территории припоселковой зоны по классам природной пожарной опасности приведено в табл. 1 и на рис. 1.

Результаты и их обсуждение

Согласно п. 488 Постановления Правительства РФ от 25.04.2012 г. № 390 «О противопожарном режиме» населенный пункт считается подверженным угрозе лесных пожаров в случае его непосредственного примыкания к хвойному (смешанному) лесному участку. П. 489 этого же документа содержит уточнение понятия «населенный пункт, непосредственно примыкающий к лесному участку»: к таковым относятся населенные пункты, на землях которых имеются объекты капитального строительства с количеством более двух этажей, если расстояние от границы населенного пункта до крайних деревьев прилегающего лесного участка составляет менее 100 м , а также населенные пункты, на землях которых имеются объекты капитального строительства с количеством этажей два и менее, если расстояние от границы населенного пункта до крайних деревьев прилегающего лесного участка составляет менее 50 м .

При разработке проекта противопожарного устройства пос. Приозерный использованы имеющиеся естественные и искусственные барьеры.

В целях минимизации опасности возникновения и предотвращения распространения огня с учетом расположения обустраиваемого участка, помимо объектов противопожарной пропаганды (выставки, витрины, противопожарные аншлаги), производится устройство мест

Таблица 1

Table 1

Распределение припоселковых лесов по классам природной пожарной опасности

Distribution of near-forest forests by natural fire hazard classes

| Населенный пункт, лесничество, участковое лесничество Settlement, forestry, local forestry | № квартала Quarter No | Анализируемая площадь, га Analyzed area, ha | КППО KPPO |
|--|--------------------------|--|--------------|
| Пос. Приозерный Надымское лесничество, Лонг-Юганское участковое лесничество P. Priozerny Nadym forestry, Long-Yuganskoye local forestry | 232 | 1405,4 | 5,0 |
| | 233 | 5661,4 | 4,9 |
| | 234 | 5204,8 | 4,2 |
| | 235 | 1995,2 | 3,7 |
| | 242 | 2890,5 | 4,7 |
| | 243 | 6897,0 | 3,6 |
| | 244 | 5911,0 | 3,3 |
| | 245 | 5506,8 | 4,3 |
| | 250 | 863,2 | 4,3 |
| | 251 | 6207,1 | 3,6 |
| | 252 | 5743,5 | 3,6 |
| | 253 | 4671,2 | 4,9 |
| | 259 | 247,6 | 4,1 |
| | 260 | 379,8 | 4,5 |
| Средний КППО Medium KPPO | | | 4,1 |

отдыха и курения, площадок для ночлега туристов, смотровых площадок, стоянок автотранспорта и шлагбаумов. При этом при организации мест отдыха используются местные материалы [20].

В целях минимизации напочвенных горючих материалов проектируется очистка лесов от захламленности, регулирование состава древостоев и проводятся выборочные санитарные рубки.

Дополнительно для остановки возможных лесных пожаров и облегчения работ по их тушению проектируется система противопожарных барьеров [21].

Последние представляют собой минерализованные полосы, противопожарные разрывы, противопожарные заслоны, пожароустойчивые опушки и противопожарные канавы.

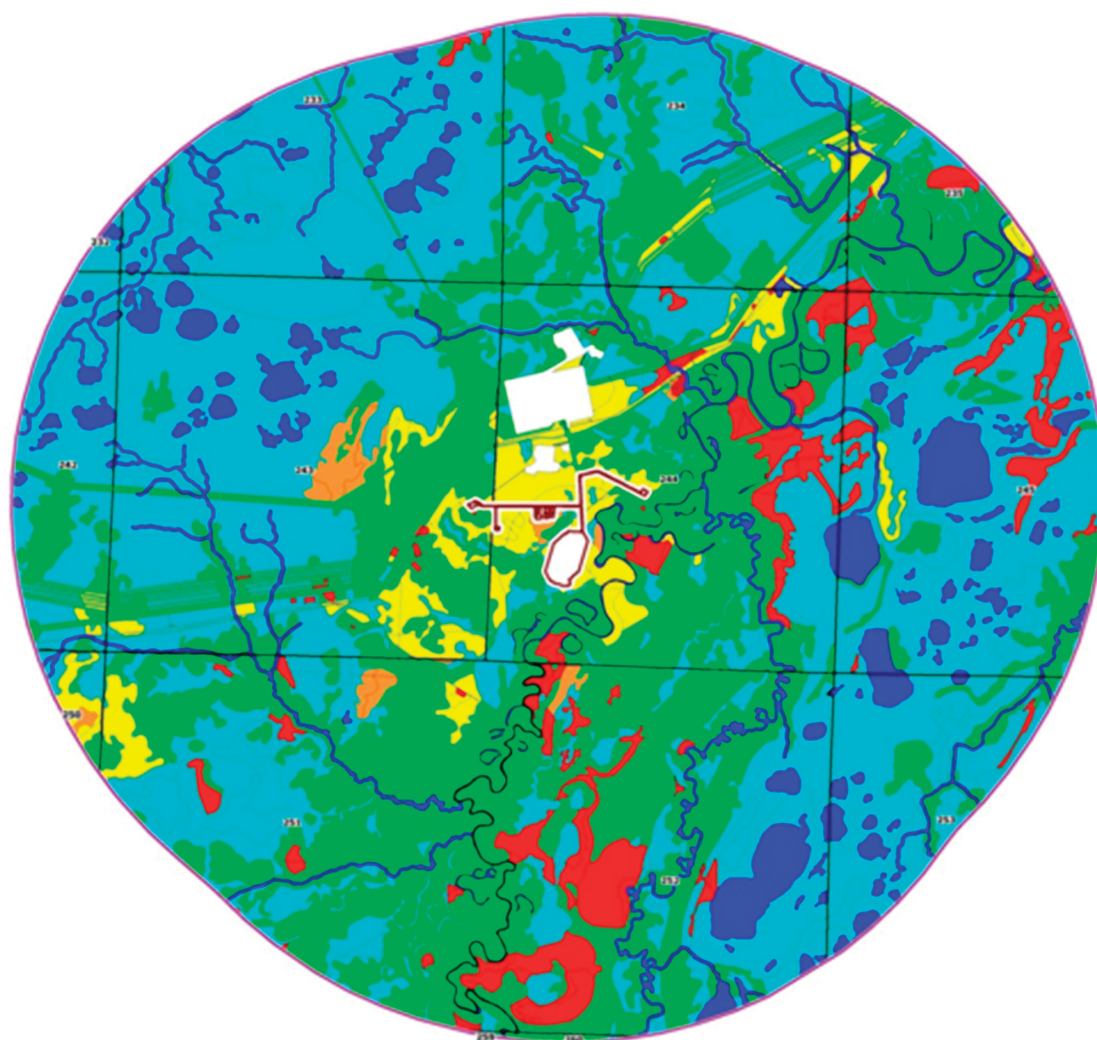
Схема противопожарного устройства пос. Приозерный приведена на рис. 2.

Учитывая специфику противопожарного объекта поселка, создание противопожарных разрывов, связанных с рубкой деревьев, проектом не предусматривается. Как следует из рис. 2, нами запроектировано 3 противопожарных заслона. При создании заслонов из насаждений удаляется валеж, сухостой,

а у деревьев и крупного хвойного подроста обрезаются ветви на высоту до 2,5 м. Кроме того, вдоль имеющихся дорог прокладываются минерализованные полосы шириной не менее 1,5 высоты травостоя.

Для эффективного тушения возможных природных пожаров водой в пос. Приозерный оборудовано 22 пожарных гидранта на сетях водоснабжения, создан искусственный водоем (водоочистные сооружения) и на берегу р. Левая Хетта оборудовано место для забора воды.

Сводная ведомость противопожарных мероприятий приведена в табл. 2.



Масштаб 1:100 000
В 1 сантиметре 1 километр

Условные обозначения

- | | | | | | |
|---|---|---|--|---|---|
| - 1 класс природной пожарной опасности | - 2 класс природной пожарной опасности | - 3 класс природной пожарной опасности | - 4 класс природной пожарной опасности | - 5 класс природной пожарной опасности | - водные объекты |
| - граница населенного пункта - 10 км буферная зона от границы населенного пункта - границы кварталов - номер квартала | | | | | |

Рис. 1. Схема распределения земель лесного фонда по классам природной пожарной опасности в окрестностях пос. Приозерный

Fig. 1. Scheme of distribution of forest Fund lands by classes of natural fire hazard in the vicinity of the village of Priozerny

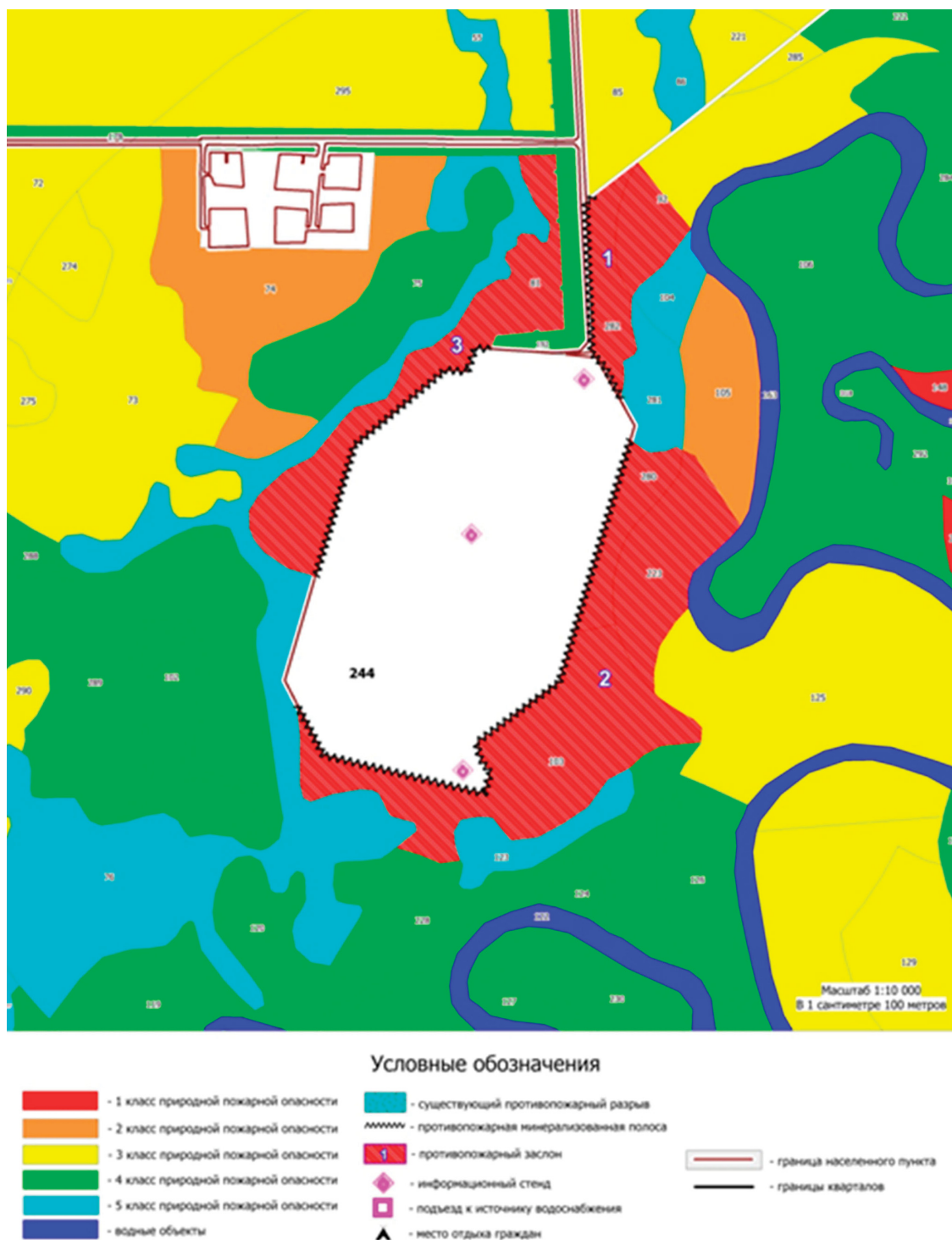


Рис. 2. Схема противопожарного устройства пос. Приозерный
Fig. 2. Diagram of a fire fighting device pos. Lakeside

Таблица 2

Table 2

Сводная ведомость противопожарных мероприятий
A summary sheet of fire prevention

| Объект Object | Количество, шт. Quantity, pcs | Объем работ Scope of work |
|--|----------------------------------|------------------------------|
| Противопожарный заслон, га Fire barrier, ha | 3 | 62,1 |
| Минерализованная полоса, км Mineralized strip, km | 3 | 3,1 |
| Информационный стенд, шт. Information stand, thing | 3 | 3 |
| Оборудованное место забора воды, шт. Equipped water intake, thing | 1 | 1 |

Выполнение противопожарного устройства потребует значительных финансовых затрат (табл. 3).

Таблица 3

Table 3

Затраты на реализацию запроектированных противопожарных мероприятий
Costs for the implementation of the designed fire prevention measures

| Мероприятие Name of event | Объем работ Scope of work | Стоимость за 1 единицу, руб. Cost for 1 unit, rub. | Стоимость выполнения работ, руб. Cost of work, rub. |
|--|------------------------------|--|---|
| Создание минерализованных полос, км The creation of mineralized strips, km | 3,1 | 6002,4 | 18 607,44 |
| Уход за минерализованными полосами, км Mineral Strip Care, km | 3,1 | 5417,0 | 16 792,70 |
| Строительство подъезда к месту забора воды, шт. Construction of an entrance to the place of water intake, thing | 1 | 36 904,0 | 36 904,00 |
| Уход за местом забора воды, шт. Care of a place of water intake, thing | 1 | 9477,3 | 9477,3 |
| Уборка захламленности, га Litter Management, ha | 62,1 | 21 754,5 | 1 350 954,45 |
| Обрезка сучьев, га Pruning branches, ha | 62,1 | 2284,2 | 141 848,82 |
| Устройство информационного стенда, шт. Information booth device, thing | 3 | 10 140,1 | 30 420,30 |
| Всего Total | | | 1 605 005,01 |

Материалы табл. 3 свидетельствуют, что общие затраты на реализацию противопожарного устройства составят 1,6 млн руб. Однако следует понимать, что указанные затраты будут суще-

ственно варьироваться по годам. Так, создание минерализованных полос производится один раз в пять лет, а уход за минерализованными полосами производится 4 года из пяти.

Строительство подъезда к месту забора воды, а также уборка захламленности и обрезка сучьев производятся один раз в 10 лет. То же можно сказать и об уходе за местом забора воды,

который проводится раз в 5 лет после строительства подъезда.

Информационные стенды полностью обновляются раз в 5 лет, а оперативная информация на них обновляется постоянно в течение пожароопасного периода.

Выводы

1. Минимизировать опасность повреждения огнем лесных пожаров жилых и общественных зданий, а также объектов эконо-

мики можно только путем создания эффективного противопожарного устройства.

2. В основу проекта противопожарного устройства должны быть положены имеющиеся естественные и искусственные противопожарные барьеры.

3. Наиболее эффективным противопожарным барьером является противопожарный заслон, способный остановить любой вид природного пожара.

4. Создание противопожарных барьеров и других элементов противопожарного устройства не должно ухудшать эстетическую привлекательность насаждений вокруг населенных пунктов.

5. Организация противопожарного устройства вокруг населенных пунктов позволит минимизировать вред от лесных пожаров и защитит проживающее в них население.

Библиографический список

1. Кректунов А. А., Залесов С. В. Охрана населенных пунктов от природных пожаров. – Екатеринбург : Урал. ин-т ГПС МЧС России, 2017. – 162 с.
2. Шубин Д. А., Залесов С. В. Последствия лесных пожаров в сосняках Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. – 127 с. – URL: <http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/6238>
3. Архипов Е. В., Залесов С. В. Динамика лесных пожаров в Республике Казахстан и их экологические последствия // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 4 (158). – С. 10–15.
4. Роль рубок ухода в повышении пожароустойчивости сосняков Казахского мелкосопочника / С. В. Залесов, А. В. Данчева, Б. М. Муканов, А. В. Эбель // Аграрн. вестник Урала. – 2013. – № 6 (112). – С. 64–68.
5. Данчева А. В., Залесов С. В. Влияние рубок ухода на биологическую и пожарную устойчивость сосновых древостоев // Аграрн. вестник Урала. – 2016. – № 3 (145). – С. 56–61.
6. Залесов С. В., Залесова Е. С., Оплетаев А. С. Рекомендации по совершенствованию охраны лесов от пожаров в ленточных борах Прииртышья. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 67 с.
7. Залесов С. В., Магасумова А. Г., Новоселова Н. Н. Организация противопожарного устройства насаждений, формирующихся на бывших сельскохозяйственных угодьях / С. В. Залесов, // Вестник Алтайск. гос. аграрн. ун-та. – 2010. – № 4 (66). – С. 60–63.
8. Залесов С. В., Миронов М. П. Обнаружение и тушение лесных пожаров. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. – 138 с.
9. Марченко В. П., Залесов С. В. Горимость ленточных боров Прииртышья и пути ее минимизации на примере ГУ ГЛПР «Ертыс орманы» // Вестник Алтайск. гос. аграрн. ун-та. – 2013. – № 10 (108). – С. 55–59.
10. Архипов В. А., Залесов С. В. Местные шкалы пожарной опасности по условиям погоды для ленточных боров Прииртышья // Вестник Башкир. гос. аграрн. ун-та. – 2017. – № 3. – С. 88–92.
11. Ольховка И. Э., Залесов С. В. Лесопожарное районирование лесов Курганской области и рекомендации по их противопожарному обустройству // Современ. проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – URL: <http://www.Science-education.ru/111-10262>
12. Залесов С. В., Годовалов Г. А., Платонов Е. Ю. Уточненная шкала распределения участков лесного фонда по классам природной пожарной опасности // Аграрн. вестник Урала. – 2013. – № 10 (116). – С. 45–49.

13. Шубин Д.А., Залесов С.В. Послепожарный отпад деревьев в сосновых насаждениях Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края // Аграрн. вестник Урала. – 2013. – № 5 (111). – С. 39–41.
14. Шубин Д. А., Малиновских А. А., Залесов С. В. / Влияние пожаров на компоненты лесного биогеоценоза в Верхне-Обском борovém массиве // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. – 2013. – № 6 (44). – С. 205–208.
15. Залесов С. В. Лесная пирология. – Екатеринбург : Баско, 2006. – 312 с.
16. Данчева А. В., Залесов С. В., Портянко А. В. Биологические показатели ассимиляционного аппарата в послепожарных сосновых молодняках // Аграрн. вестник Урала. – 2015. – № 11 (141). – С. 37–41.
17. Защита населенных пунктов от природных пожаров / С. В. Залесов, Г. А. Годовалов, А. А. Кректунов, Е. Ю. Платонов // Аграрн. вестник Урала. – 2013. – № 2 (108). – С. 34–36.
18. Новый способ создания заградительных и опорных противопожарных полос / С. В. Залесов, Г. А. Годовалов, А. А. Кректунов, А. С. Оплетев // Вестник Башкир. гос. аграрн. ун-та. – 2014. – № 3. – С. 90–94.
19. Залесов С. В., Годовалов Г. А., Кректунов А. А. Система пожаротушения NATISK для остановки и локализации лесных пожаров // Современ. проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. – URL: <http://www.Science-education.ru/117-12757>
20. Using the wood from improvement felling for assembling small wooden structures / S. Zalesov, R. Damary, Y. Vetoshkin, N. Pryadilina, A. Opletaev // Increasing the use of wood in the Global bio-economy : 11 th International Scientific Conference Wood EMA. – 2018. – P. 369–373.
21. Залесов С. В., Залесова Е. С. Лесная пирология. Термины, понятия, определения : учеб. справочник. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 54 с.

Bibliography

1. Krektunov A. A., Zalesov S. V. Protection of settlements from natural heat. – Yekaterinburg : Ural. Institute of State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia, 2017. – 162 p.
2. Shubin D. A., Zalesov S. V. The consequences of forest fires in the pine forests of the Priobsky water protection pine-birch forestry region of the Altai Territory. – Yekaterinburg : Ural. state forestry technician. Univ., 2016. – 127 p. – URL: <http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/6238>
3. Arkhipov E. V., Zalesov S. V. The dynamics of forest fires in the Republic of Kazakhstan and their environmental consequences // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2017. – No. 4 (158). – P. 10–15.
4. The role of thinning in improving the fire resistance of the pine forests of the Kazakh small hills / S. V. Zalesov, A. V. Dancheva, B. M. Mukanov, A. V. Ebel // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2013. – No. 6 (112). – P. 64–68.
5. Dancheva A. V., Zalesov S. V. The effect of thinning on the biological and fire resistance of pine stands // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2016. – No. 3 (145). – P. 56–61.
6. Zalesov S. V., Zalesova E. S., Opletaev A. S. Recommendations for improving the protection of forests from fires in the tape forests of the Irtysh region. – Yekaterinburg : Ural. state forestry technician. Univ., 2014. – 67 p.
7. Zalesov S. V., Magasumova A. G., Novoselova N. N. Organization of the fire-fighting arrangement of plantations formed on the former agricultural lands // Bulletin of Altai State Agrarian University. – 2010. – No. 4 (66). – P. 60–63.
8. Zalesov, S. V., Mironov M. P. Detection and suppression of forest fires. – Ekaterinburg : Ural. state forestry technician. Univ, 2004. – 138 p.

9. Marchenko V. P., Zalesov S. V. The burnability of the ribbon burs of the Irtysh region and the ways to minimize it using the example of the State Pharmacopoeia Institute «Ertys Ormany» // Bulletin of the Altai State Agrarian University. – 2013. – No. 10 (108). – P. 55–59.
 10. Arkhipov V. A., Arkhipov E. V., Zalesov S. V. Local scales of fire hazard according to weather conditions for tape burs of Irtysh region // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. – 2017. – No. 3. – P. 88–92.
 11. Olkhovka I. E., Zalesov S. V. Forest fire zoning of the forests of the Kurgan region and recommendations for their fire arrangement // Modern problems of science and education. – 2013. – No. 5. – URL: <http://www.Science-education.ru/111-10262>
 12. Zalesov S. V., Godovalov G. A., Platonov E. Yu. The refined scale of distribution of forest fund plots according to the classes of natural fire hazard // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2013. – No. 10 (116). – P. 45–49.
 13. Shubin D. A., Zalesov S. V. Post-fire fall of trees in pine plantations of the Priobsky water protection pine-birch forestry region of the Altai Territory // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2013. – No. 5 (111). – P. 39–41.
 14. Shubin D. A., Malinovskikh A. A., Zalesov S. V. The effect of fires on the components of forest biogeocenosis in the Upper Ob forest massif // Izvestiya Orenburgskogo gos. Agricultural University. – 2013. – No. 6 (44). – P. 205–208.
 15. Zalesov S. V. Forest Pyrology. – Yekaterinburg : Basco, 2006. – 312 p.
 16. Dancheva A. V., Zalesov S. V., Portyanko A. V. Biological indicators of the assimilation apparatus in postfire pine young growths // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2015. – No. 11 (141). – P. 37–41.
 17. Protection of settlements from natural fires / S. V. Zalesov, G. A. Godovalov, A. A. Krektunov, E. Yu. Platonov // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2013. – No. 2 (108). – P. 34–36.
 18. Zalesov S. V., Godovalov G. A., Krektunov A. A., Opletaev A. S. A new way to create barrage and support fire strips // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. – 2014. – No. 3. – P. 90–94.
 19. Zalesov S. V., Godovalov G. A., Krektunov A. A. NA-TISK fire extinguishing system for stopping and localizing forest fires // Modern problems of science and education. – 2014. – No. 3. – URL: <http://www.Science-education.ru/117-12757>
 20. Using the wood from improvement felling for assembling small wooden structures / S. Zalesov, R. Damary, Y. Vetoshkin, N. Pryadilina, A. Opletaev // Increasing the use of wood in the Global bio-economy: 11 th International Scientific Conference Wood EMA. – 2018. – P. 369–373.
 21. Zalesov S. V., Zalesova E. S. Forest Pyrology. Terms, concepts, definitions. – Yekaterinburg : Ural. state forestry technician. Univ, 2014. – 54 p.
-

УДК 630*233

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ

А. С. ОПЛЕТАЕВ – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*

Тел.: 89090005389, e-mail: opletaev.ekb@yandex.ru

ORCID ID: 0000-0003-2602-6527

А. И. ЧЕРМНЫХ – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*

e-mail: kosovmi@mail.ru

ORCID ID: 0000-0001-5573-0092

Е. В. ЖИГУЛИН – аспирант*

e-mail: eugenyl3@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-2311-5738

К. А. ВОРОНЦОВА – магистрант*

e-mail: xeniya.vorontsova25@yandex.ru

ORCID ID: 0000-0002-8164-3619

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт 37, кафедра лесоводства

Ключевые слова: лесное хозяйство, лесопромышленный комплекс, информационные системы, геоинформационные системы, планирование лесопользования, лесной фонд.

Внедрение цифровых технологий во все этапы лесохозяйственного производства необходимо для эффективного развития лесной отрасли. В настоящее время на рынке существует множество программ различного назначения и функциональных возможностей, что вызывает необходимость их систематизации. Произведен сравнительный анализ информационных средств для организации лесного хозяйства и сопровождения заготовки древесины. Весь комплекс существующих отраслевых программных продуктов для ведения лесного хозяйства и заготовки древесины в зависимости от выполняемых задач был разделен на три категории: складской и бухгалтерский учет лесоматериалов, геоинформационные системы универсального назначения и отраслевые специализированные программы. Программы складского и бухгалтерского учета представлены продуктами компании 1С «Управление лесозаготовительным предприятием» и «Управление деревообрабатывающим предприятием», которые выполняют функции автоматизации отраслевых процессов управления и учета на лесозаготовительных предприятиях: от ведения реестра лесных участков и оценки лесного фонда до отгрузки заготовленного круглого леса покупателям, а также автоматизируют отраслевые процессы управления и учета на лесопильных и деревообрабатывающих предприятиях от приемки сырья до отгрузки продукции деревообработки покупателям. Геоинформационные системы универсального назначения (MapInfo Professional, ArcGIS, QGIS) предназначены для сбора, хранения, долгосрочного проектирования, анализа и графической визуализации картографии и табличных данных о качественных и количественных характеристиках лесного фонда. Отраслевые специализированные программы (АВЕРС: Управление лесным фондом, АВЕРС: Материально-денежная оценка лесосек, ГИС ТОРОЛ-L, ГИС ЛЕСФОНД, ЛесГИС, ParmaGIS) предназначены для решения более узких конкретных задач, облегчающих работу органов управления лесным хозяйством, лесопользователей, проектных и научных учреждений. Установлено, что при выборе компьютерных программ на территории России наблюдается региональная специфика. Составлен перечень из 11 наименований программ, которые наиболее часто используются на территории Уральского федерального округа.

COMPARATIVE ANALYSIS OF INFORMATION SOFTWARE PRODUCTS FOR THE FOREST INDUSTRY

A. OPLETAEV – candidate of agricultural sciences, assistant professor*

Phone: 89090005389, e-mail: opletaev.ekb@yandex.ru

ORCID ID: 0000-0003-2602-6527

A. CHERMNYH – candidate of agricultural sciences, assistant professor*

e-mail: chermnyhai@m.usfeu.ru

ORCID ID: 0000-0001-5573-0092

E. ZHIGULIN – postgraduate student*

e-mail: eugenyl3@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-2311-5738

K. VORONTSOVA – magister*

e-mail: xeniya.vorontsova25@yandex.ru

ORCID ID: 0000-0002-8164-3619

* FSBEE HE «Ural state forest engineering university»,
620100, Russia, Yekaterinburg, Siberian tract 37,
department of forestry

Keywords: *forestry, timber industry, information systems, geoinformation systems, forest management planning, forest fund.*

The introduction of digital technologies in all stages of forest production is necessary for the effective development of the forest industry. Currently, there are many programs for various purposes and functionality on the market, which makes it necessary to systematize them. A comparative analysis of information tools for the organization of forestry and support of wood harvesting is made. The entire range of existing industry software products for forestry and wood harvesting was divided into three categories depending on the tasks performed: warehouse and accounting of timber, geo-information systems for universal use and industry-specific programs. Warehouse and accounting programs are represented by 1C company's products "management of a logging enterprise" and "management of a woodworking enterprise", which perform the functions of automation of industrial processes of management and accounting at logging enterprises: from the register of forest land and evaluation of forestry Fund to shipment of harvested roundwood buyers, as well as automatize sectoral management processes and accounting for sawmills and woodworking companies from receiving raw materials to shipping wood products to buyers. Universal geographic information systems (MapInfo Professional, ArcGIS, QGIS) are designed for collecting, storing, long-term design, analysis and graphical visualization of cartography and tabular data on the qualitative and quantitative characteristics of the forest Fund. Industry-specific programs (AVERS: Forest Fund management, AVERS: Material and monetary assessment of forest areas, GIS TOPOL-L, GIS LESFOND, LesGIS, ParmaGIS) are designed to solve more narrow specific tasks that facilitate the work of forest management bodies, forest users, design and scientific institutions. It is established that when choosing computer programs on the territory of Russia, there is a regional specificity. A list of 11 names of programs that are most frequently used in the territory of the Ural Federal district has been compiled.

Введение

Эффективное развитие лесной отрасли невозможно без активного внедрения цифровых технологий во все этапы лесохозяйствен-

ного производства. Реализация стратегии развития лесного комплекса [1] затрагивает вопросы лесного хозяйства, лесопользования и подготовки специалистов

[2, 3]. Для развития геоинформационных технологий в лесной отрасли необходимо обобщить существующий уровень оснащения отрасли программными

продуктами и сгруппировать компьютерные программы по видам выполняемых задач [4–6]. Становится очевидным, что невозможно разработать единое решение по обеспечению информатизации отрасли [7]. В настоящее время на рынке существует множество программ различного назначения и функциональных возможностей, что вызывает необходимость их систематизации.

Цель, задачи, методика и объекты исследования

Целью и задачей работы является систематизация информационных программных продуктов для лесной отрасли, а также рекомендации по их выбору на основе опыта использования различных приложений [8–10].

Результаты исследования и их обсуждение

Весь комплекс существующих отраслевых программных продуктов для ведения лесного хозяйства и заготовки древесины в зависимости от выполняемых задач был разделен на три категории (табл. 1).

Установлено, что при выборе компьютерных программ на территории России наблюдается региональная специфика, что в первую очередь связано с выбором ближайшего разработчика или с индивидуальными предпочтениями пользователей. Указанные в табл. 1 программы наиболее часто используются на территории Уральского федерального округа.

Программные продукты первой группы представлены при-

ложениями, обеспечивающими ведение складского и бухгалтерского учета лесоматериалов. Программы предназначены для автоматизации управления предприятиями лесного сектора и предназначены для руководителей и сотрудников, осуществляющих бухгалтерский учет. В зависимости от специфики предприятия существует два типа программ на базе универсальной платформы 1С.

Программа 1С: «Управление лесозаготовительным предприятием» предназначена для отраслевых процессов управления и учета на лесозаготовительных предприятиях: от ведения реестра лесных участков и оценки лесного фонда до отгрузки заготовленного круглого леса покупателям (табл. 2).

Таблица 1
Table 1

Программные продукты для лесного хозяйства и лесозаготовок
Software products for forestry and logging

| Категория Category | Наименование Name |
|--|--|
| 1. Складской и бухгалтерский учет лесоматериалов Warehouse and accounting of timber | 1С: Управление лесозаготовительным предприятием 1С: Management of a forestry enterprise |
| | 1С: Управление деревообрабатывающим предприятием 1С: Woodworking enterprise Management |
| 2. Геоинформационные системы универсального назначения Geographic information systems for universal use | ArcGIS |
| | MapInfo Professional |
| | QGIS |
| 3. Отраслевые специализированные программы Industry-specific programs | АВЕРС: Управление лесным фондом AVERS: The management of the forest Fund |
| | АВЕРС: Материально-денежная оценка лесосек AVERS: Material and monetary assessment of logging sites |
| | ГИС ТОПОЛ-Л GIS TOPOL-L |
| | ГИС ЛЕСФОНД GIS LESFOND |
| | ЛесГИС LesGIS |
| | ParmaGIS |

Таблица 2

Table 2

Функции программы 1С: «Управление лесозаготовительным предприятием»

Functions of the 1C program: «Management of a logging enterprise»

| № | Учет лесного фонда Forest fund accounting | Учет лесоматериалов при заготовке Accounting for timber during harvesting |
|---|--|---|
| 1 | Ведение реестра лесных участков The maintenance of a register of forest areas | Оперативная регистрация результатов заготовки и трелевки круглого леса, выработки сотрудников Rapid registration of the results of logging and skidding of roundwood, development of employees |
| 2 | Регистрация породного состава делянок Registration of the breed composition of logging sites | Оперативная регистрация результатов вывозки круглого леса на нижний склад и биржу сырья, выработки сотрудников Prompt registration of the results of roundwood export to the lower warehouse and stock exchange of raw materials, development of employees |
| 3 | Регистрация лесных деклараций Registration of forest declarations | Регистрация актов обмера круглого леса Registration of roundwood measurement acts |
| 4 | Регистрация передачи делянок в рубку Registration of the transfer of logging sites to the wheelhouse | Возможность анализа расхождений, возникающих при перемещении лесоматериалов A close analysis of the differences arising from the movement of timber |
| 5 | Регистрация нарушений на делянках Check violations at the logging sites | Возможность план-фактного анализа лесозаготовок Possibility of plan-fact analysis of logging operations |
| 6 | Регистрация закрытия делянок Registration of the closing of logging sites | Обмен данными непосредственно с лесозаготовительной техникой (харвестеры и форвардеры) в формате StanForD Data exchange directly with logging equipment (harvesters and forwarders) in StanForD format |
| 7 | Возможность анализа делянок по статусам работ The analysis of the logging sites, the status of the work | Обмен данными с ЛЕСЕГАИС Data exchange with LASEGAIS |

Для автоматизации отраслевых процессов управления и учета на лесопильных и деревообрабатывающих предприятиях от приемки лесосырья до отгрузки продукции деревообработки покупателям используется программа 1С: «Управление деревообрабатывающим предприятием».

Функции программы 1С: «Управление деревообрабатывающим предприятием»

1. Поступление сырья – подсистема, предназначенная для оформления результатов обмера древесины, формирования документов приобретения сырья.

2. Пиление и деревообработка – подсистема, предназначен-

ная для оформления операций по выпуску пакетов пиломатериалов, передаче пакетов в цеха или стороннему переработчику, закатке в камеры сушки и выкатке из камер сушки пиломатериала. Подсистема включает инструменты по загрузке данных с линии сортировки круглого леса, линии пиления круглого леса, линии сортировки пиломатериалов фирмы «Автоматика-Вектор».

3. Отгрузка лесопроductии – подсистема, предназначенная для подбора пиломатериалов под отгрузку, ведения условий спецификаций на отгрузку пиломатериалов покупателям, контроля выполнения условий контрактов на отгрузку пиломатериалов.

До 01.07.2019 была популярна прежняя версия программы 1С: «Лесозавод», которая в настоящий момент снята с продаж, но продолжает использоваться.

Программные продукты второй группы представлены геоинформационными системами (ГИС) универсального назначения. Комплекс этих программ предназначен для сбора, хранения, долгосрочного проектирования, анализа и графической визуализации картографии и табличных данных о качественных и количественных характеристиках лесного фонда. Исполнение может быть настольным, серверным и геопорталом.

Одной из самых популярных геоинформационных систем является MapInfo Professional, которую используют Росреестр, департаменты лесного хозяйства, недропользователи и другие организации. Основным преимуществом является встроенный модуль программирования, позволяющий делать небольшие программы для решения рутинных задач.

Самый мощный набор функций для анализа геоданных имеется у программы ArcGIS, которая позволяет решать любые геоинформационные задачи лесного хозяйства.

Отдельно выделяется свободная кроссплатформенная геоинформационная система QGIS, которая очень популярна во всем мире и относится к программам открытого доступа. Функционал аналогичен предыдущим приложениям.

Все программы геоинформационных систем универсального назначения легко конвертируют и обмениваются данными между собой. Эти приложения позволяют решать нестандартные задачи, обеспечивают связь и обмен данными с GPS-приемниками, позволяют просматривать и анализировать спутниковые снимки, совмещенные с границами лесничества, кварталов и выделов, могут обеспечить удаленный и многопользовательский доступ к данным через облачные сервисы.

Компьютерные программы третьей группы представлены отраслевыми специализированными программами. Отраслевые специализированные

программы (АВЕРС: Управление лесным фондом, АВЕРС: Материально-денежная оценка лесосек, ГИС ТОПОЛ-L, ГИС ЛЕСФОНД, ЛесГИС, ParmaGIS) предназначены для решения более узких конкретных задач, облегчающих работу органов управления лесным хозяйством, лесопользователей, проектных и научных учреждений.

Информационная система АВЕРС: «Управление лесным фондом» предназначена для комплексной автоматизации деятельности исполнительных органов государственной власти субъектов РФ в области лесных отношений, а также их подведомственных учреждений (лесничеств, участковых лесничеств, департаментов лесного хозяйства и контрольно-надзорных органов).

Программа АВЕРС: «Материально-денежная оценка лесосек» используется для материально-денежной оценки (МДО) лесосек. Очень простая и удобная программа для расчета МДО лесосек свободного доступа. В платной версии имеются расширенные функции: МДО лесосек, создание абриса (схемы) лесного участка, поддержка пользователей (консультация разработчиков), обмен данными с программным продуктом АВЕРС: «Управление лесным фондом». Очень простая и удобная программа для лесопользователей, доступна бесплатная версия.

Адаптированная под задачи непрерывного лесоустройства ГИС ТОПОЛ-L позволяет решать весь комплекс работ с по выдел-

ными совмещенными таксационными и картографическими базами лесоустroительной информации – создание, редактирование, анализ и последующее их ведение (поддержание в актуальном состоянии). Программа предназначена для лесоустroительных организаций, центральных и участковых лесничеств, региональных органов власти в области лесных отношений, арендаторов лесного фонда, заинтересованных в создании и ведении (поддержании в актуализированном состоянии) лесоустroительных баз данных. Приложение ТОПОЛ-L – наиболее профессиональная и совершенная ГИС для лесного хозяйства с мощным набором функций, распространена в 30 регионах РФ.

В Екатеринбурге разработана программа ГИС ЛЕСФОНД, которая наиболее распространена в Свердловской области. ЛЕСФОНД является универсальной ГИС для всех специалистов лесного хозяйства, позволяет вести по выделную базу данных лесничества, осуществлять оперативный доступ к по выделной информации, регистрировать текущие изменения в лесном фонде, получать отчетные формы государственного лесного реестра и статистических документов. Достоинствами программы являются возможность выполнения всего спектра работ, легкость изменения под требования заказчика (программисты быстро реагируют на замечания и предложения). Среди недостатков отмечается сложность загрузки данных и внесения изменений.

Программа ЛесГИС разработана в Новосибирске на базе MapInfo и предназначена для хранения лесоустроительной базы данных, управления режимами показа лесных электронных карт и получения поведельной информации, отвода лесосек, отвода линейных объектов, материально-денежной оценки лесосек по материалам лесоустройства, создания запросов и получение отчетов по запросу. Программа характеризуется хорошим качеством исполнения и надежностью работы. В этом формате данных передаются материалы лесоустройства (чаще всего от ЗАПСИБЛЕСПРОЕКТ Рослесинфорг). Среди недостатков отмечается невозможность вносить изменения в программу, сложно выгружать данные и вносить изменения.

ParmaGIS является самой молодой ГИС для лесного хозяйства, которая разработана в Пермском крае. Программа имеет стандартный набор функций,

позволяющих осуществлять проектирование лесохозяйственных мероприятий, вести учет лесного фонда, создавать картографический материал. Перед началом работ необходимо конвертировать материалы лесоустройства в формат программы ParmaGIS. Картографической платформой программы является QGIS.

Выводы

1. Использование цифровых технологий в лесной отрасли позволяет повысить эффективность выполнения лесохозяйственных работ и заготовки древесины.

2. Единое решение по информационному обеспечению лесной отрасли отсутствует, поэтому комплекс компьютерных программ необходимо подбирать в зависимости от специфики предприятия.

3. Обязательно необходимо использовать программы складского и бухгалтерского учета. Лучшими приложениями являются 1С: «Управление лесозаго-

товительным предприятием» и 1С: «Управление деревообрабатывающим предприятием».

4. Геоинформационные системы универсального назначения представлены программами MapInfo Professional, ArcGIS и QGIS. Комплекс этих программ предназначен для сбора, хранения, долгосрочного проектирования, анализа и графической визуализации картографии и табличных данных о качественных и количественных характеристиках лесного фонда.

5. Отраслевые специализированные программы (АВЕРС: Управление лесным фондом, АВЕРС: Материально-денежная оценка лесосек, ГИС ТОПОЛ-Л, ГИС ЛЕСФОНД, ЛесГИС, ParmaGIS) предназначены для решения более узких конкретных задач, облегчающих работу органов управления лесным хозяйством, лесопользователей, проектных и научных учреждений.

Библиографический список

1. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2018 г. N 1989. – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71960006>
2. Полянская О. А. Проблемы и перспективы инвестирования в лесной комплекс России / О. А. Полянская // Forest Engineering : матер. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Якутск, 2018. – С. 187–190.
3. Проблемы и основные направления развития лесной отрасли России / В. В. Беспалова, А. В. Грязькин, И. А. Кази, Н. В. Беляева, А. С. Кривоногова // Экономика и эффективность организации производства. – 2019. – № 30. – С. 13–16.
4. Чермных А. И., Годовалов Г. А. Информационные технологии в лесном хозяйстве // Успехи современ. естествознания. – 2018. – № 10. – С. 85–89.
5. Чибисова И. С. Информационные технологии в лесном хозяйстве // Эпоха науки. – 2019. – № 19. – С. 85–86.
6. Евченко А. В., Вертакова Ю. В. Анализ основных программно-стратегических документов в сфере использования цифровых технологий в управлении лесным хозяйством России // Естественно-гуманитарные исследования. – 2020. – № 27 (1). – С. 92–98.

7. Пятая всероссийская конференция «Аэрокосмические методы и ГИС-технологии в лесоведении и лесном хозяйстве» / С. В. Князева, С. П. Эйлина, Д. В. Ершов, В. М. Жирин // Лесоведение. – 2014. – № 5. – С. 91–94.
8. Фомин В. В., Залесов С. В., Магасумова А. Г. Методики оценки густоты подроста и древостоев при зарастании сельскохозяйственных земель древесной растительностью с использованием космических снимков высокого пространственного разрешения // Аграрн. вестник Урала. – 2015. – №1 (131). – С. 25–29.
9. Поконов А. А. Использование современных информационных технологий в отечественной промышленности (на примере лесного комплекса Российской Федерации) // Инновации и инвестиции. – 2018. – № 12. – С. 305–308.
10. A Simple Method for Retrieving Understory NDVI in Sparse Needleleaf Forests in Alaska Using MODIS BRDF Data / W. Yang, H. Kobayashi, R. Suzuki, K. N. Nasahara // Remote Sensing. – 2014. – № 6 (12). – 11936–11955.

Bibliography

1. Strategy for the development of the forest sector of the Russian Federation until 2030. Approved by order of the Government of the Russian Federation of September 20, 2018 N 1989. – URL: [http:// www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71960006](http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71960006)
 2. Polyanskaya O. A. Problems and prospects of investment in the Russian forest complex // In the collection: Forest Engineering : Materials of a scientific and practical conference with international participation. – Yakutsk, 2018. – P. 187–190.
 3. Problems and main directions of development of the Russian forest industry / V. V. Bespalova, A. V. Gryazkin, I. A. Kazi, N. V. Belyaeva, A. S. Krivonogova // Economics and efficiency of production organization. – 2019. – № 30. – P. 13–16.
 4. Chernnykh A. I., Godovalov G. A. Information technologies in forestry // Success of modern natural science. – 2018. – №. 10. – P. 85–89.
 5. Chibisova I. S. Information technologies in forestry // Epoch of science. – 2019. – №. 19. – P. 85–86.
 6. Evchenko A. V., Vertakova Yu. V. Analysis of the main program and strategic documents in the use of digital technologies in the management of forestry in Russia // Natural and humanitarian research. – 2020. – No. 27 (1). – P. 92–98.
 7. The Fifth all-Russian conference «Aerospace methods and GIS technologies in forest science and forestry» / S. V. Knyazeva, S. P. Eidlina, D. V. Yershov, V. M. Zhirin // Forest science. – 2014. – №. 5. – P. 91–94.
 8. Fomin V. V., Zalesov S. V., Magasumova A. G. Methods for assessing the density of undergrowth and forest stands when overgrowing agricultural land with woody vegetation using satellite images of high spatial resolution // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2015. – №. 1 (131). – P. 25–29.
 9. Pokonov A. A. Use of modern information technologies in the domestic industry (on the example of the forest complex of the Russian Federation) // Innovations and investments. – 2018. – №. 12. – P. 305–308.
 10. A Simple Method for Retrieving Understory NDVI in Sparse Needleleaf Forests in Alaska Using MODIS BRDF Data / W. Yang, H. Kobayashi, R. Suzuki, K. N. Nasahara // Remote Sensing. – 2014. – № 6 (12). – 11936–11955.
-

УДК 630*935.1, 630*58 004.932.2

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕРВИСА LANDVIEWER В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

А. В. СУСЛОВ – доцент кафедры таксации и лесоустройства,
кандидат сельскохозяйственных наук*;
ORCID ID: 0000-0003-2640-7274

Н. Ф. НИЗАМЕТДИНОВ – доцент кафедры таксации и лесоустройства,
кандидат сельскохозяйственных наук*
ORCID ID: 0000-0001-9410-6807

А. А. КРОПОТУХИН – магистрант кафедры таксации и лесоустройства*;
e-mail: ak89326016686@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-6766-6892

И. В. ШЕВЕЛИНА – доцент кафедры таксации и лесоустройства,
кандидат сельскохозяйственных наук*;
ORCID ID: 0000-0001-8352-558X

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37

Ключевые слова: дистанционный мониторинг, дешифрирование, пространственное разрешение, спектральный канал, космическая съемка, сервис LandViewer.

Современные средства космической съемки позволяют получать достоверную и оперативную информацию о состоянии и использовании лесов на любой территории. Многие незаконные рубки могут быть выявлены при сравнении материалов отводов с данными космической съемки. В настоящее время для этого можно использовать общедоступные снимки в сети Интернет. Одним из наиболее подходящих является сервис LandViewer. Исследования проведены на территории Сысертского лесничества в пределах арендованного лесного участка. В технологии проведения работ по дистанционному мониторингу выделены 4 основных этапа. На первом этапе собраны первичные документы и созданы векторные слои кварталов и выделов. На втором этапе подобраны материалы космической съемки с сервиса LandViewer. На третьем этапе проведено контурное дешифрирование мест использования лесов по космическим снимкам и произведена оценка соблюдения лесного законодательства. На четвертом этапе проведено оформление документов, составлены ведомости нарушений и рассчитан ориентировочный ущерб. Космические снимки сервиса LandViewer обеспечили визуализацию и обработку изображений. Для решения задач дистанционного мониторинга в работе использовали изображения 2016 и 2017 гг., полученные с Sentinel-2. Данные снимки обеспечили необходимое пространственное разрешение до 15 м и имели процент облачности не более 5. При проведении работ использовали свободную географическую информационную систему с открытым кодом Quantum GIS. С помощью специализированной съемки Vegetation analysis (анализ растительности), включающей три спектральных канала Red8, Red, SWIR1, на сервисе LandViewer проведена оценка мероприятий по воспроизводству лесов. Наши исследования подтвердили, что дистанционный мониторинг является эффективным средством по борьбе с нарушениями лесного законодательства. Сервис LandViewer позволяет подобрать необходимые материалы космической съемки.

EXPERIENCE USING THE LANDVIEWER SERVICE IN FORESTRY

A. V. SUSLOV – PhD (Agriculture),
associate professor of Department of Forest Mensuration and Inventory*;
ORCID ID: 0000-0003-2640-7274

N. F. NIZAMETDINOW – PhD (Agriculture),
associate professor of Department of Forest Mensuration and Inventory*;
ORCID ID: 0000-0001-9410-6807

A. A. KROPOTUKHIN – master's student*;
email: ak89326016686@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-6766-6892

I. V. SHEVELINA – PhD (Agriculture);
associate professor of the same Department*;
ORCID ID: 0000-0001-8352-558X

* FSBEE HE «Ural state forest engineering university»
620100, Russia, Yekaterinburg, Siberian tract, 37

Keywords: *remote monitoring, interpretation, spatial resolution, spectral channel, aerial photograph.*

The modern remote sensing methodology allow us to get up-to-date information about using and condition for any plot of Earth. Publicly available Satellite imagery can be used for detecting of illegal Cuttings of Forest Stands. One of the most appropriate example is the LandViever service. Studies have been conducted on the territory of Sysert Forestry, within the leased forest area. There are four steps in remote monitoring proces. First we have created vector layers of forest quarters and forest cells. Second we selected satellite images. At the third stage we have performed contours recognition to identify violations of forest legislation. At the stage four we have collected all the data to tables and calculated the damage. In this study we used Quantum GIS software Sentinel-2 images of the year 2016 and 2017. This images have spatial resolution (15 m per px) and low cloud coverage (less than 5 %). Using combination of spectral channels Red8, Red, SWIR1, we estimated reforestation activity. Our study confirmed efficiency of using Satellite Imagery and LandViewer Web service for identifying violations of forest legislation.

Введение

Незаконные рубки в России являются одной из важных проблем в лесном хозяйстве. В 2018 г., по данным Рослесхоза, в нашей стране их объем составил 1,1 млн м³ с ущербом 11,6 млрд руб. Государство принимает различные меры по борьбе с незаконной вырубкой лесов. Например, создание Государственной системы учета и контроля за оборотом древесины (ЛесЕГАИС), в которой содержатся сведения о правах на заготовку древесины, их объемах, местопо-

ложении и другая информация. Другим важным мероприятием по борьбе с незаконной рубкой является дистанционный мониторинг использования лесов. Объем работ по дистанционному мониторингу в России с каждым годом возрастает. В 2015 г., по данным Рослесхоза, он составлял 76 млн га, а в 2018 г. – уже более 100 млн га. В рамках дистанционного мониторинга выявляются более 80 % всего объема незаконно заготовленной древесины (по итогам 2017 г.). Данная система показала высокую эффектив-

ность по борьбе с нарушениями лесного законодательства. В лесах, где постоянно проводятся эти работы, существенно снижается объем незаконных рубок [1].

Кроме того, в настоящее время с развитыми и доступными ГИС-приложениями, материалами аэрокосмических съемок арендаторы и сотрудники лесничеств могут самостоятельно оценивать соблюдение лесного законодательства. Дистанционный мониторинг лесов позволит правильно наносить границы

вырубок. При устаревших материалах лесоустройства и в условиях, когда арендатор сам определяет и отводит места рубок, применение методики дистанционного мониторинга лесов может иметь большое практическое применение. В процессе проведения мониторинга решаются следующие задачи:

- оценка соблюдения лесного законодательства при использовании лесных участков;
- выявление лесных участков с незаконным использованием лесов;
- определение площади и запасов древесины на лесных участках с незаконным использованием лесов;
- расчет ориентировочного размера ущерба от незаконного использования лесов.

В основе дистанционного мониторинга лежат данные космической съемки [2]. Для выявления большинства рубок и оценки их площади эффективно использовать космические снимки разрешения от 1 до 30 м (SPOT, ALOS, WorldView-1,2, QuickBird, RapidEye, CARTOSAT, FORMOSAT-2). Для выявле-

ния случаев нарушений можно использовать общедоступные снимки в сети Интернет. Наиболее подходящим является сервис LandViewer от компании EOS [3].

Цель исследования – оценка возможности применения сервиса LandViewer для проведения дистанционного мониторинга использования лесов.

Материалы и методы

Нами был подобран арендованный участок, располагающийся на территории Сысертского лесничества. Площадь лесного участка составляет 10755 га. Ежегодный объем заготовки – 134 га в эксплуатационных лесах при рубке спелых и перестойных насаждений. При выполнении работ собраны исходные данные на арендный участок: договор аренды, проект освоения лесов, лесохозяйственный регламент, проанализированы материалы отводов и лесные декларации на 20 участков.

В технологии проведения работ по дистанционному мониторингу можно выделить 4 основных этапа [4]. Общая схема показана на рис. 1.

На первом этапе проводятся подготовительные работы по сбору первичных материалов (копии лесных деклараций, договоры купли-продажи, технологические карты разработки лесосек, сведения ЛесЕГАИС). Затем создаются векторные слои кварталов, выделов и границ лесных участков по данным лесных деклараций и материалов отвода с заполнением атрибутивной информации: площадь лесосеки, запас, разрешительные документы, сведения об арендаторе, способ рубки.

На втором этапе подбираются материалы космической съемки. Методическими рекомендациями по проведению государственной инвентаризации лесов предусмотрено применение материалов аэрокосмических съемок текущего года с высоким пространственным разрешением не ниже 5 м. В практике могут использоваться снимки более низкого разрешения: до 30 м. При необходимости проводится цветовая коррективировка, географическая привязка и ортотрансформирование космических снимков в программной среде ГИС.

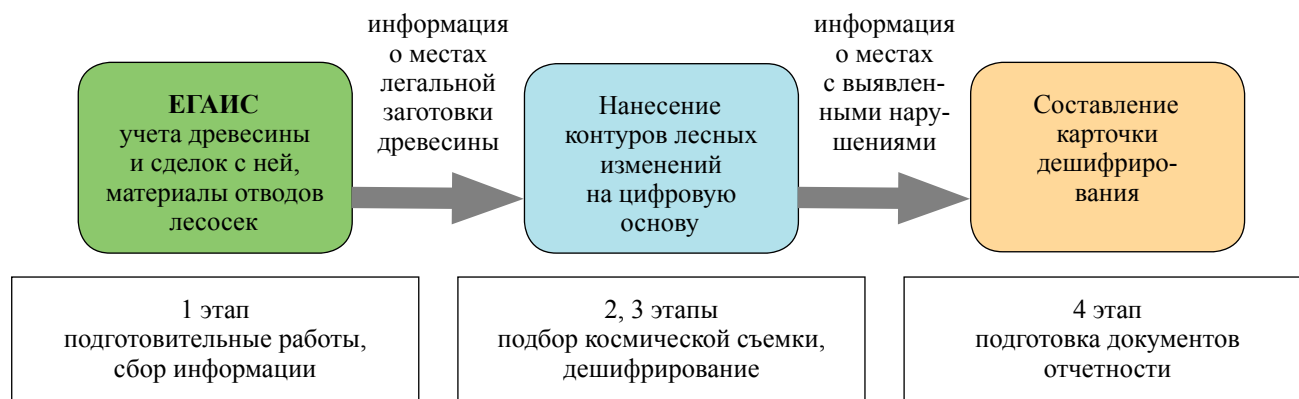


Рис. 1. Технологическая схема дистанционного мониторинга использования лесов

Fig. 1. Technological scheme of remote monitoring of forest use

На третьем этапе выполняется совмещение подобранных космических снимков с границами квартальной сети, лесных выделов и созданных векторных слоев участков с вырубками. Далее проводится контурное дешифрирование используемых участков по космическим снимкам. В процессе дешифрирования производится вычисление площадей вырубок и используемых лесных участков. Оценивается соблюдение лесного законодательства, выявляются и анализируются участки незаконных рубок. При оценке состояния мест рубок устанавливается их соответствие нормативным требованиям (правилам заготовки древесины [5], лесной декларации, данным ЛесЕГАИС).

На четвертом этапе проводится оформление документации, составляются карточки дешифрирования, формируются ведомости нарушений. По выявленным нарушениям рассчитывается ориентировочный размер ущерба и проводятся натурные обследования [4].

Технической основой проведения дистанционного мониторинга лесов без приобретения дорогостоящих снимков может служить сервис LandViewer, который предоставляет доступ к широко используемым спутниковым изображениям (Landsat 7-8, Sentinel-1 и 2, Cbers-4, Modis и др.) и множеству инструментов для поиска и их анализа.

LandViewer обеспечивает мгновенную визуализацию и обработку изображений. Для этого в сервисе имеются более 20 стандартных комбинаций диапазонов

и индексов, например NDVI (нормализованный относительный индекс растительности), NBR (нормализованный индекс гарей), SAVI (почвенный вегетационный индекс), построитель пользовательских индексов, анализ временных рядов, кластеризация и другие инструменты.

Для решения задач дистанционного мониторинга использования лесов наиболее целесообразны к применению изображения, полученные с Sentinel-2 (спутники Европейского космического агентства). Данные снимки обеспечивают необходимое пространственное разрешение от 10 до 30 м и имеются в публичном доступе.

Результаты исследования и их обсуждения

За техническую основу проведения дистанционного мониторинга на сервисе LandViewer взяты публичные материалы спутниковых съемок Sentinel-2 2016 и 2017 гг. с пространственным разрешением не менее 15 м и процентом облачности не более 5. Полученные снимки обеспечивают качественную и точную координатную привязку изображений.

При проведении работ использовали свободную географическую информационную систему с открытым кодом Quantum GIS. На цифровую основу арендованного участка были нанесены границы отводов лесных участков по данным, указанным в лесных декларациях. Далее выполнено контурное и аналитическое дешифрирование по материалам космической съемки, проведено

совмещение векторной информации выявленных изменений и материалов отвода. Проверяли соответствие границ участка нормативным документам. Если фактические границы участков не соответствовали данным отвода или нормативным документам, то фиксировали нарушение лесного законодательства. В этом случае вычисляли площадь нарушения и запас древесины на основе таксационных описаний.

На каждый лесной участок с обнаруженным нарушением лесного законодательства на листе А4 в масштабе 1:10000 создали карточку дешифрирования мест использования. На карточке дешифрирования указали местоположение участка, лесопользователя, разрешающие документы на рубку, вид использования, вырубленную площадь, вид нарушения, запас, ориентировочный ущерб (рис. 2).

Расчет ущерба проведен с использованием такс и методики, предусмотренной настоящим законодательством, при этом применяются ставки платы за единицу объема и коэффициент индексации, действующий на момент обнаружения нарушения [4]:

$$\text{Ущерб} = V_{\text{др}} S_{\text{ст}} K_{\text{инд}} K_{\text{н.ср.др}},$$

где $V_{\text{др}}$ — объем незаконно срубленной древесины, м^3 ;

$S_{\text{ст}}$ — стоимость одного кубометра древесины, руб.;

$K_{\text{инд}}$ — коэффициент индексации, действующий на момент обнаружения нарушения;

$K_{\text{н.ср.др}}$ — ставка платы за единицу незаконно срубленной древесины, руб.

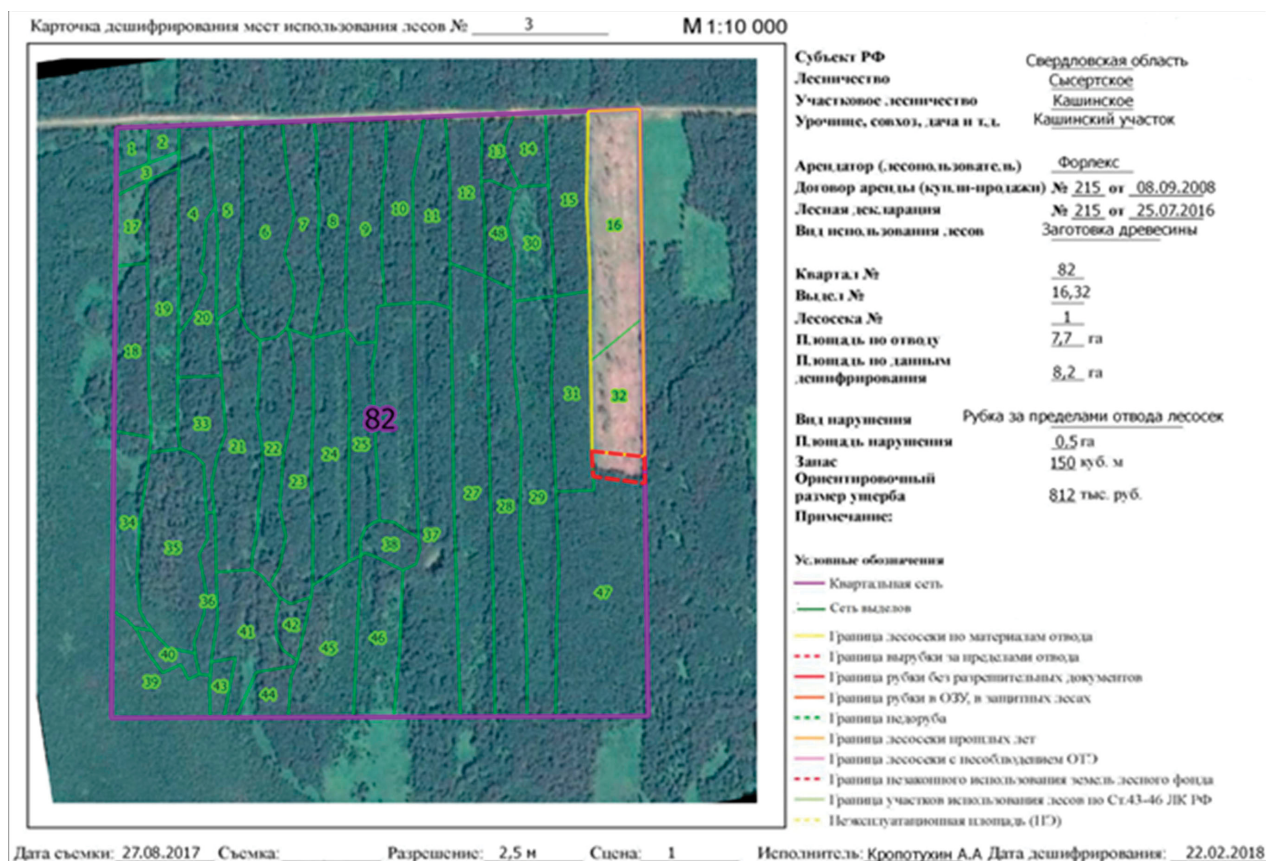


Рис. 2. Карточка дешифрирования
Fig. 2. Interpretation Card

По результатам работ на арендованном участке было обнаружено два нарушения лесного законодательства. Виды нарушения и размер ущерба представлены в таблице.

Ущерб от рубки древесины, произведенной за пределами ле-

сосеки на площади 1,1 га, составил 3 409 625 руб.

Сервис LandViewer, кроме задач, определенных дистанционным мониторингом, позволяет комбинировать спектральные каналы для создания мульти-спектральных данных со спут-

ника Sentinel-2 [6, 7]. Данный инструмент позволяет оценить некоторые лесохозяйственные мероприятия. С помощью специализированной съемки Vegetation analysis (анализ растительности), которая включает три спектральных канала Red8, Red, SWIR1,

Сведения о выявленных нарушениях Information about detected violations

| № п/п | Вид нарушения Type of infringement | Квартал, выдел Quarter, letter | Площадь, га Area, ha | Запас, м ³ Wood stock, m ³ | Размер ущерба, тыс. руб. Amount of damage, thousands rub. |
|-------|--|-----------------------------------|-------------------------|---|--|
| 1 | Рубка за пределами отвода лесосеки Cutting of trees outside removal of the cutting area | кв. 82, выд. 47 | 0,5 | 150 | 812,625 |
| 2 | Рубка за пределами отвода лесосеки Cutting of trees outside removal of the cutting area | кв. 23, выд. 8 | 0,6 | 225 | 2 597,000 |
| 3 | Итого Total | | 1,1 | 375 | 3 409,625 |

сделали оценку мероприятий по воспроизводству лесов. Указанная комбинация каналов предоставляет дешифровщику большое количество информации и цветовых контрастов. Здоровая молодая растительность выглядит ярко-зеленой, а почвы – розовато-лиловатыми. Представленная комбинация удобна при изучении растительного покрова и широко используется для учета и анализа состояния лесных со-

обществ [3]. Снимки Vegetation analysis представлены в виде архивов и имеются в свободном доступе на сервисе LandViewer.

Для оценки лесовозобновления на исследуемом участке подобран соответствующий снимок на 23 квартал, затем проведено комплексное дешифрирование изучаемого участка (рис. 3).

Анализируя снимок, следует отметить, что в 23 квартале 5 выделе присутствуют ярко-зеленые

участки, которые свидетельствуют о наличии лесовозобновления лиственными породами. Данные таксационного описания участка показывают, что здесь находятся погибшие лесные культуры, заросшие мягколиственными породами. Это указывает на достоверность результатов и возможность применения в лесном хозяйстве специализированной съемки Vegetation analysis со спутника Sentinel-2.

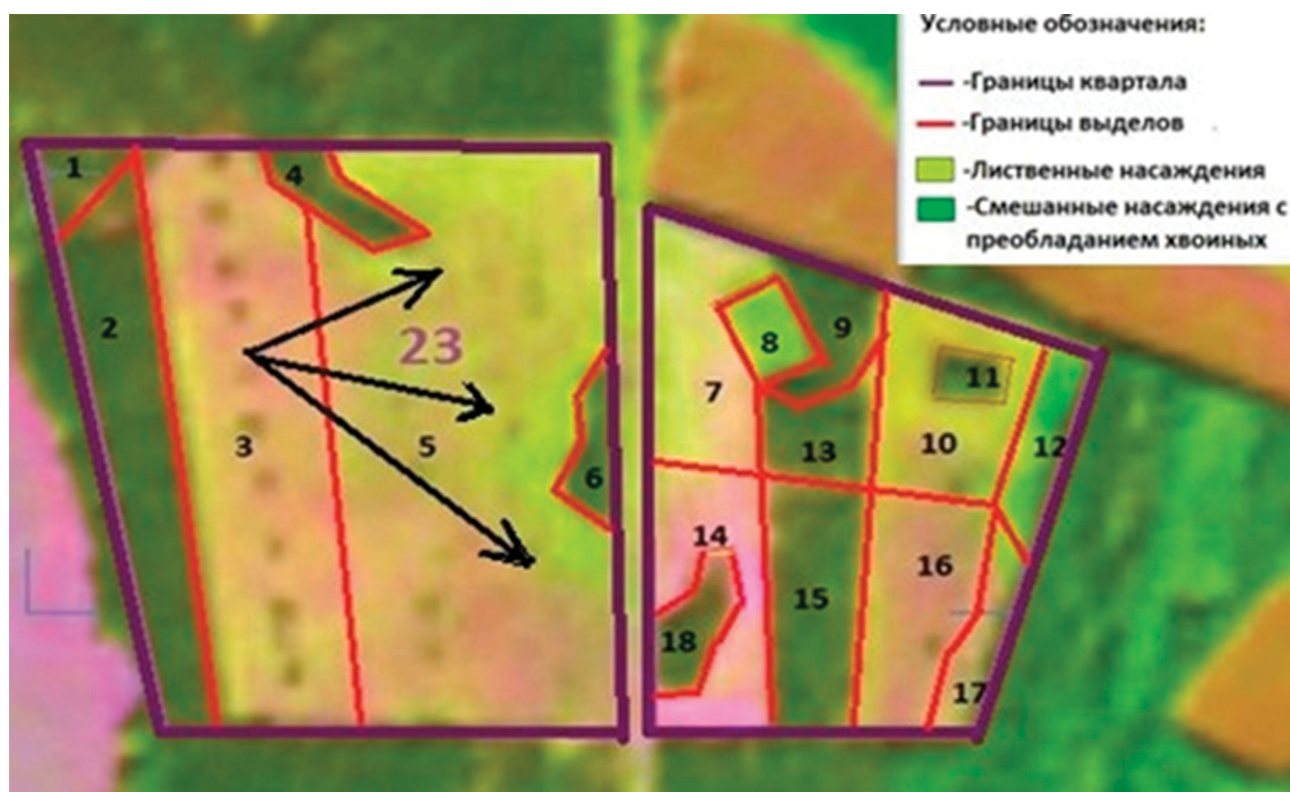


Рис. 3. Снимок Vegetation analysis
Fig. 3. Snapshot Vegetation analysis

Выводы

Дистанционный мониторинг является эффективным средством по борьбе с нарушениями лесного законодательства. В современных условиях использование ГИС-программ с открытым ключом и общедоступных снимков позволяет проводить дистанционный мониторинг

разным участникам лесных отношений.

Сервис LandViewer позволяет подобрать материалы космической съемки на арендованный участок на территории Сысертского лесничества Свердловской области.

В результате проведения дистанционного мониторинга

с использованием сервиса LandViewer выявлено 2 делянки, на которых рубки располагаются за пределами отвода лесосек. Ущерб составил более 3 млн руб.

Комбинация разных спектральных каналов на сервисе LandViewer позволяет проводить оценку мероприятий по воспроизводству лесов.

Использование сервиса стам повысить эффективность соблюдением лесного законода-
LandViewer в лесном хозяйстве выявления нарушений, а также тельства.
дает возможность специали- усовершенствовать контроль за

Библиографический список

1. Богданов А. П. Разработка технологии непрерывного дистанционного мониторинга использования лесов на примере лесничеств Архангельской области // Актуальные проблемы развития лесного комплекса : матер. XIV междунар. науч.-техн. конф., 6–7 дек. 2016 г. Вологод. гос. ун-т. – Вологда, 2017. – С. 2.
2. Дмитриев И. Д., Мурахтанов Е. С., Сухих В. И. Лесная аэрофотосъемка и авиация : учебник для вузов. – М. : Лесн. пром-сть, 1981. – 344 с.
3. Спутниковые изображения высокого разрешения. – URL: <https://eos.com/forestry/> (дата обращения 01.10.2019).
4. Об утверждении методических рекомендаций по проведению государственной инвентаризации лесов : приказ Рослесхоза N 472 : 10 ноября 2011. – 218 с. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902325555> (дата обращения 01.10.2019).
5. Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, лесопарках, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации : приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ № 474 от 13 сентября 2016. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420377910> (дата обращения 01.10.2019).
6. Performance evaluation of downscaling Sentinel-2 imagery for Land Use and Land Cover classification by Spectral-Spatial features / H. Zheng, P. Du, J. Chen, J. Xia, E. Li, Z Xu, X. Li, N. Yokoya // Remote Sensing. – 2017. – Vol. 9, № 1274. – P. 1–17.
7. Immitzer M., Vuolo F., Atzberger C. First Experience with Sentinel-2 data for crop and tree species classifications in Central Europe // Remote Sensing. – 2016. – Vol. 8. – № 166. – P. 1–27.

Bibliography

1. Bogdanov A. P. Development of technology of continuous remote monitoring of forest use on the example of the forest areas of the Arkhangelsk region // Actual problems of development of the forest complex: materials XIV Intern. scientific and technical Conf., 6–7 Dec. 2016. Vologod. region, Vologod. state un-t. – Vologda, 2017. – P. 2.
2. Dmitriev I. D., Murakhtanov E. S., Sukhikh V. I. Forest aerial photography and aviation : A textbook for universities. – M. : Forest industry, 1981. – 344 p.
3. High Resolution satellite images. – URL: <https://eos.com/forestry/> (the date of circulation 01.10.2017).
4. Order of Rosleskhos dated November 10, 2011 N 472. «On approval of guidelines for the state forest inventory». – 218 p. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902325555> (дата обращения 01.10.2019).
5. Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation of September 13, 2016 No. 474 «On approval of the rules of timber harvesting and the features of timber harvesting in forestries, forest parks specified in Article 23 of the Forest Code of the Russian Federation». – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420377910>
6. Performance evaluation of downscaling Sentinel-2 imagery for Land Use and Land Cover classification by Spectral-Spatial features / H. Zheng, P. Du, J. Chen, J. Xia, E. Li, Z Xu, X. Li, N. Yokoya // Remote Sensing. – 2017. – Vol. 9. – № 1274. – P. 1–17.
7. Immitzer M., Vuolo F., Atzberger C. First Experience with Sentinel-2 data for crop and tree species classifications in Central Europe // Remote Sensing. – 2016. – Vol. 8. – № 166. – P. 1–27.

УДК 630*524.2

РАЗРАБОТКА ТАБЛИЦ ОБЪЕМОВ СТВОЛОВ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

И. В. ШЕВЕЛИНА – кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства*

e-mail: ishevelina@gmail.com

ORCID ID: 0000-0001-8352-558X

М. И. КАСУМОВ – магистрант*

ORCID ID: 0000-0001-7846-4196

И. С. ДУНАЕВ – магистрант*

ORCID ID: 0000-0001-9428-3133

А. Ф. ФАТКУЛЛИНА – магистрант*

ORCID ID: 0000-0002-5763-0316

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
Тел.: 8(343) 262-97-93

Ключевые слова: сосна обыкновенная, таблицы объемов, городская среда, программно-измерительный комплекс на базе ГИС Field-Map.

Впервые разработаны таблицы объемов стволов деревьев сосны обыкновенной, произрастающих в разных категориях системы озеленения г. Екатеринбурга: в парках, скверах, на внутридомовых территориях. Экспериментальной основой для создания таблиц объемов явились данные, полученные с использованием программно-измерительного комплекса на базе ГИС Field-Map без рубки деревьев. Разработка таблиц объемов с тремя входами – диаметром на высоте груди, высотой и вторым коэффициентом формы – считается более целесообразной для условий города. Диапазон изменения второго коэффициента формы у деревьев сосны достаточно широк: от 0,503 до 0,850. По экспериментальным данным, у полндревесных стволов второй коэффициент формы изменяется в пределах от 0,74 до 0,86, у средне-сбежистых – от 0,62 до 0,74 и у сбежистых – от 0,50 до 0,62. По принятой шкале 72 % всех учетных деревьев относятся к среднесбежистым, 18 % – сбежистым и 10 % – малосбежистым. Разработка таблиц проводилась с использованием методов множественного регрессионного анализа. Взятые для анализа определяющие факторы – диаметр, высота и второй коэффициент формы – объясняют изменчивость объемов более чем на 97 %. Предложенное уравнение для определения объема стволов дает приемлемые результаты: систематическая ошибка равняется +0,21 %, среднеквадратическая $\pm 9,54$ %. Средняя ошибка уравнения составила $\pm 0,07$ % (ошибка, рассчитанная по всем учетным деревьям, взятым для разработки уравнения). Разработанные трехвходные таблицы объемов для деревьев сосны обыкновенной, произрастающих в городских условиях, могут успешно применяться на производстве.

DEVELOPMENT THE STEM VOLUME TABLES OF PINE FOR URBAN CONDITIONS

I. V. SHEVELINA – PhD (Agriculture), associate professor of the same Department*
ORCID ID: 0000-0001-8352-558X

M. I. KASUMOV – master's student*,
ORCID ID: 0000-0001-7846-4196

I. S. DUNAEV – master's student*,
ORCID ID: 0000-0001-9428-3133

A. F. FATKULLINA – master's student*
ORCID ID: 0000-0002-5763-0316

* FSBEE HE «Ural state forest engineering university»
620100, Russia, Yekaterinburg, Siberian tract, 37,
phone: 8 (343) 262-97-93

Keywords: *Scots pine, volume tables, urban environment, Field-Map technology.*

At the first time the stem volume tables of scots pine are developed trees that are part in different categories green infrastructure of the Yekaterinburg. Input data for the tables were collected using non-invasive Field-Map software and hardware measurement system. The development three-entry volume tables including the following parameters: diameter at breast height, height and q_2 form quotient. They are more appropriate for urban environments. The range of changes of q_2 form quotient for pine trees is quite wide from 0,503 to 0,850. According to experimental data, the q_2 form quotient varies from 0,74 to 0,86 in non-tapered, from 0,62 to 0,74 in medium-tapered, and from 0,50 to 0,62 in tapered stems. According to this scale, 72 % of all accounting trees are characterized as medium-tapered, 18 % are as tapered stems, and 10 % are as non-tapered. The development was carried out using a statistical procedure of multiple regression analysis. The determining factors taken for analysis: diameter, height, and the q_2 form quotient explain the volume variability by more than 97 %. The proposed equation for determining the volume of stem gives acceptable results: systematic error being +0.21 % and root-mean-square error being $\pm 9,54$ %. The average error calculated for 95 accounting trees was equal to $\pm 0,07$ %. The developed three-way volume tables for Scots pine trees growing in urban conditions can be successfully applied in production.

Введение

Зеленые насаждения являются неотъемлемым элементом городской среды [1]. По мере развития урбанизированных территорий необходимо максимально использовать и сохранять имеющиеся зеленые насаждения [2]. В условиях города на рост и состояние отдельных деревьев и участков леса оказывают влияние техногенные загрязнения и рекреационные нагрузки [3]. Это приводит к деградации на-

саждений, а в дальнейшем и распаду [4, 5].

В этой связи у деревьев в условиях города наблюдаются отличия от деревьев, произрастающих в сомкнутых естественных насаждениях, закономерности в строении и росте [6, 7]. Для правильной организации работ по уходу за городскими зелеными насаждениями необходим собственный нормативный материал, который в настоящее время отсутствует. Использо-

вание лесотаксационных таблиц, составленных по материалам, собранным в естественной природной среде, дает большую ошибку. Для разработки оценочных таблиц (в том числе таблиц объемов) необходим обширный экспериментальный материал, который иногда можно получить только после рубки деревьев. В городских условиях это практически невозможно.

В настоящее время в лесном и лесопарковом хозяйствах

используются инновационные технологии, например программно-измерительные комплексы (ПИК). Они способны определять биометрические показатели у деревьев без их рубок [8–10]. При составлении таблиц объемов таксационные показатели деревьев должны быть установлены с определенной точностью [11]. Ранее нами была доказана возможность использования ПИК для определения диаметров, высот и объемов растущих деревьев с точностью, достаточной для составления лесооценочных нормативов [12].

Цель и методика работ

Целью исследования являлась разработка таблиц объемов стволов деревьев сосны обыкновенной, произрастающих в сеитебной части г. Екатеринбурга, на основе данных, собранных у растущих деревьев при помощи ПИК.

На территории г. Екатеринбурга сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) является аборигенным видом. Она занимает более 70 % площади, покрытой лесной растительностью, городских лесов муниципального образования «город Екатеринбург» [13, 14]. На территории города произрастают сосновые насаждения естественного происхождения в разных категориях системы озеленения: в парках, скверах и на внутридомовых территориях.

Для сбора полевого материала был использован программно-измерительный комплекс на базе геоинформационной системы Field-Map. Данный комплекс

состоит из лазерного дальномера-высотомера TruPulse 360 °B, планшетного компьютера Getac T800 и мерной вилки Masser BT Caliper.

Для решения поставленной задачи было обмерено 101 учетное дерево на 6 пробных участках в парках и скверах, расположенных в разных районах города. Возрастной диапазон исследуемых сосновых насаждений составлял от 98 до 125 лет. У учетных деревьев были измерены следующие биометрические показатели:

- диаметры мерной вилкой BT Caliper на высоте 1,3 м ($D_{1,3}$, см),
- общая высота (H, м) лазерным дальномером-высотомером TruPulse 360 °B с точностью до 0,1 м,
- категория санитарного состояния, балл.

У деревьев определены диаметры ствола на разных высотных отметках D_i (не менее 10 измерений) при помощи ПИК. До кроны измерение диаметров производилось через 1 или 2 м, в кроновой части – реже, в тех местах, где ствол просматривается хорошо. Данная методика обеспечивает соблюдение требований, необходимых при составлении данных нормативов.

Диаметр на высоте груди у учетных деревьев сосны на пробных участках варьирует от 19,8 до 61,4 см, высота – от 11,4 до 29,4 м, категория санитарного состояния – от 2 до 4 баллов.

В камеральных условиях был определен объем ствола учетного дерева путем суммирования объемов секций разной длины.

Объем секции определялся путем умножения длины секции на площадь поперечного сечения на середине. Диаметры на серединах секций рассчитывались по методу интерполяции на основе диаметров, измеренных при помощи ПИК у растущего дерева [12].

Расчетные и графические работы проводились в программах MS Excel и Statistica 10.

Результаты исследований и обсуждение

Существующие таблицы объемов делятся на три вида в зависимости от сочетания таксационных показателей, на основе которых определяется объем ствола: таблицы типа баварских, таблицы по разрядам высот, таблицы объемов по коэффициентам формы [11].

Ранее нами установлено, что для условий города целесообразнее иметь таблицы объемов с тремя входами: диаметр на высоте груди, высота и коэффициент формы [15].

По экспериментальным данным для каждого ствола учетного дерева рассчитали коэффициент формы q_2 по формуле

$$q_2 = \frac{D_{1/2}}{D_{1,3}}, \quad (1)$$

где $D_{1/2}$ – диаметр ствола на половине высоты, см.

Данный показатель у учетных деревьев сосны в городских условиях варьирует в достаточно широком диапазоне от 0,503 до 0,850. Это шире, чем используется в общепринятой шкале. Согласно нашим данным, у сбежистых стволов второй

коэффициент формы изменяется в диапазоне от 0,50 до 0,62, среднесбежистых – от 0,62 до 0,74, слабосбежистых – от 0,74 до 0,86. В соответствии с принятой нами шкалой к среднесбежистым относятся 72 % общего числа учетных деревьев, к сбежистым – 18 % и слабосбежистым – 10 %. Для повышения точности определения объемов стволов необходимо разработать три таблицы объемов: для сбежистых стволов (низший коэффициент формы), для среднесбежистых (средний) и малосбежистых (высший коэффициент формы).

При разработке таблиц объемов провели графический анализ экспериментальных данных: построили графики, которые выявляют связи объема стволов деревьев сосны в городских условиях от диаметра, высоты и второго коэффициента формы. Первоначально исследовали зависимость объема от диаметра ствола $D_{1,3}$ учетных деревьев (рис. 1). Данная связь носит криволинейный характер, хорошо описывается полиномом второго порядка. Установлено, что теснота связи между изучаемыми показателями очень высокая (коэффициент детерминации $R^2 = 0,8633$).

Для приведения данных к линейному виду возвели диаметр в квадрат. На рис. 2 представлена зависимость объема стволов деревьев сосны в городских условиях от диаметра на высоте груди, возведенного в квадрат ($D_{1,3}^2$, см²). Данная зависимость хорошо аппроксимируется линейной функцией, коэффициент

детерминации $R^2 = 0,863$. В дальнейших исследованиях целесообразнее использовать диаметр в квадрате. Это следует из того, что объемы тел вращения пропорциональны квадрату их диаметра.

Далее провели графический анализ зависимости объема стволов деревьев сосны в городских условиях от высоты H и коэффициентов формы q_2 (рис. 3).

Проведенный анализ показал влияние высоты и формы ствола на объем деревьев. При фиксировании высоты наблюдаем увеличение объема ствола с возрастанием q_2 . Это вполне логично:

деревья при одинаковой высоте, при больших значениях коэффициента формы более полнодревесные и будут иметь больший объем. При фиксировании q_2 объем ствола возрастает с увеличением высоты.

Результаты графического анализа подтверждают необходимость разработки таблиц объемов стволов сосны в городских условиях с тремя входами: диаметром на высоте груди, высотой и коэффициентом формы q_2 . Это согласуется с данными, полученными для деревьев березы, произрастающих в городских озеленительных посадках [15].

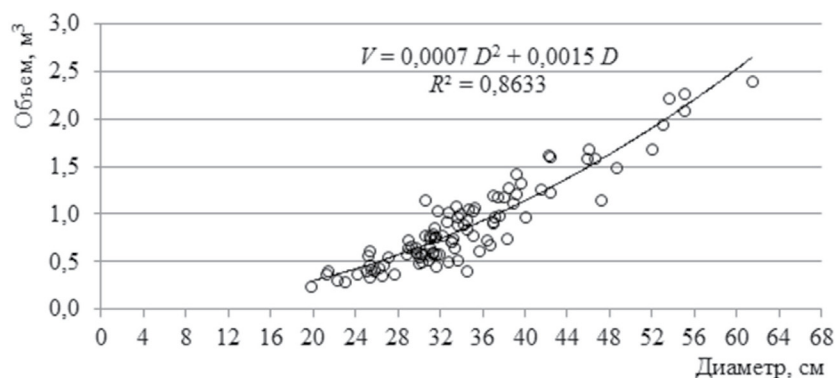


Рис. 1. Зависимость объема стволов деревьев сосны V от их диаметра D в городских условиях

Fig. 1. Dependence of the volume of pine tree trunks V on their diameter D in urban conditions

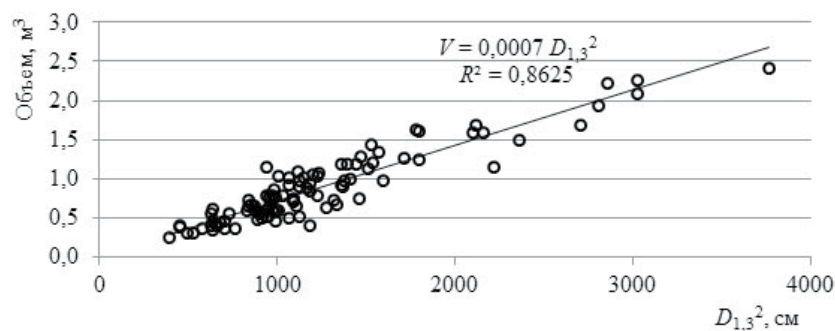


Рис. 2. Зависимость объема стволов деревьев сосны в городских условиях от диаметра в квадрате

Fig. 2. Dependence of the volume of pine tree trunks in urban conditions on the square diameter

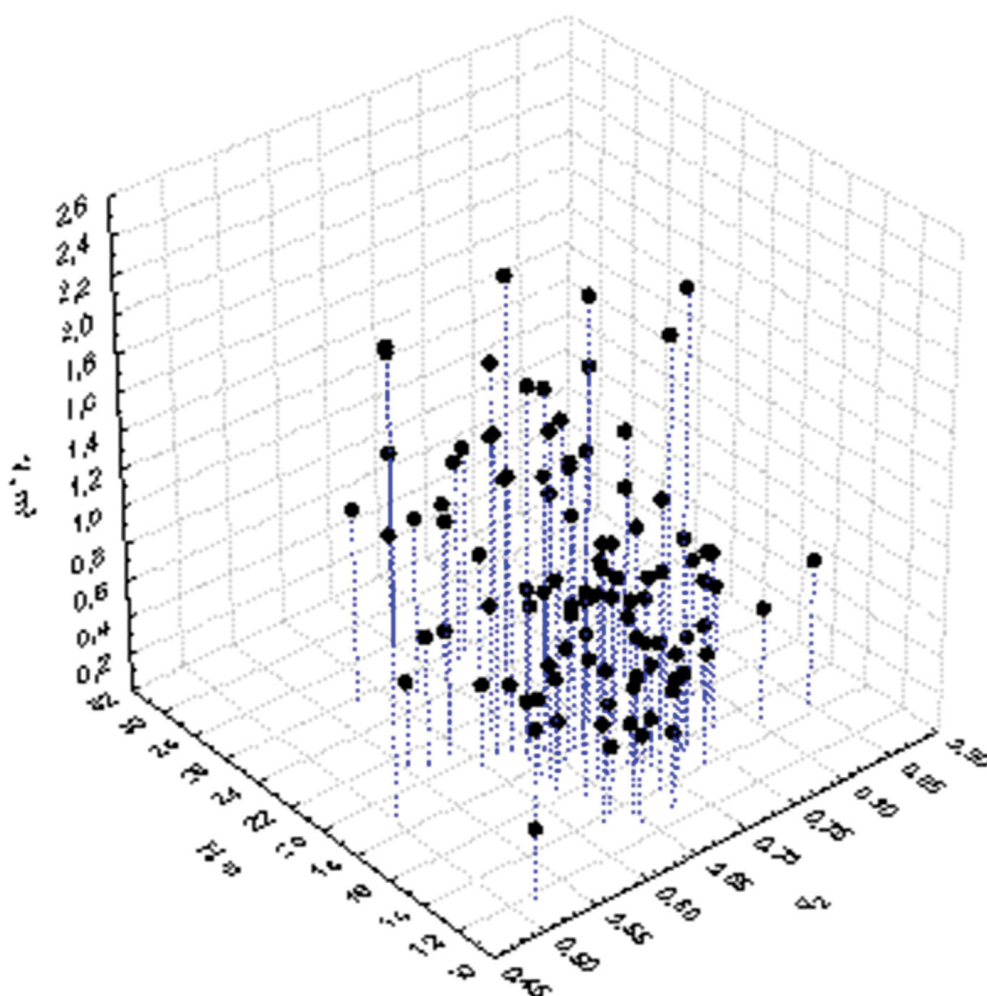


Рис. 3. Зависимость объема стволов деревьев сосны от высоты H и формы ствола q_2
 Fig. 3. Dependence of the volume of pine tree trunks on the height H and trunk shape q_2

В настоящее время разработка таблиц объемов проводится в специальных компьютерных статистических программах с использованием методов множественной регрессии.

С учетом проделанной выше работы в процессе разработке таблиц объемов была принята следующая базовая модель:

$$V = f(D^2, H, q_2) \quad (2)$$

В пакете Statistica 10 провели множественный регрессионный анализ, в ходе которого рассчитали уравнения с различным набором определяющих факторов. При выборе уравнения

учитывали значения коэффициента детерминации, t -критериев

$$V = 0,00068D^2 + 0,03738H + 1,26995q_2 - 1,5307R_2 = 0,976. \quad (3)$$

| | | | | |
|------------------|---------|---------|---------|---------|
| $t_{\text{выч}}$ | 57,1239 | 19,0888 | 11,1116 | -16,994 |
|------------------|---------|---------|---------|---------|

Значения t -статистик подтверждают достоверность коэффициентов переменных в уравнении ($t_{\text{выч}} > t_{\text{ст}}$). Совокупность трех определяющих факторов (диаметра на высоте груди, высоты и второго коэффициента формы) объясняет более 97 % изменчивости объема стволов сосны в городских условиях. Разработанное уравнение имеет ограничение в использовании, оно работает

Стьюдента. В итоге выбрали следующее уравнение:

в диапазоне варьирования значений переменных (диаметра, высоты и второго коэффициента формы).

На основе уравнения составлены таблицы объемов стволов сосны, произрастающих в условиях города, для малосбежистых, средне- и сбежистых стволов. В качестве примера приведена таблица для среднесбежистых стволов ($q_2 = 0,68$).

Таблица объемов стволов деревьев сосны в городских условиях ($q_2 = 0,68$)
Table of volumes of pine tree trunks in urban conditions ($q_2 = 0,68$)

| D, cm | Объемы стволов деревьев, м³, при высоте, м Volumes of tree trunks, m³, at height, m | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | |
| 20 | 0,0541 | 0,0915 | 0,1288 | 0,1662 | 0,2036 | 0,2410 | 0,2784 | 0,3157 | 0,3531 | 0,3905 | | | | | | | | |
| 24 | 0,1741 | 0,2114 | 0,2488 | 0,2862 | 0,3236 | 0,3609 | 0,3983 | 0,4357 | 0,4731 | 0,5105 | 0,5478 | | | | | | | |
| 26 | 0,2422 | 0,2796 | 0,3170 | 0,3544 | 0,3917 | 0,4291 | 0,4665 | 0,5039 | 0,5412 | 0,5786 | 0,6160 | 0,6534 | | | | | | |
| 28 | 0,3158 | 0,3532 | 0,3906 | 0,4280 | 0,4654 | 0,5027 | 0,5401 | 0,5775 | 0,6149 | 0,6522 | 0,6896 | 0,7270 | | | | | | |
| 30 | 0,3949 | 0,4323 | 0,4697 | 0,5070 | 0,5444 | 0,5818 | 0,6192 | 0,6566 | 0,6939 | 0,7313 | 0,7687 | 0,8061 | 0,8434 | | | | | |
| 32 | 0,4794 | 0,5168 | 0,5542 | 0,5916 | 0,6289 | 0,6663 | 0,7037 | 0,7411 | 0,7785 | 0,8158 | 0,8532 | 0,8906 | 0,9280 | | | | | |
| 34 | | | 0,6442 | 0,6815 | 0,7189 | 0,7563 | 0,7937 | 0,8311 | 0,8684 | 0,9058 | 0,9432 | 0,9806 | 1,0179 | 1,0553 | | | | |
| 36 | | | 0,7396 | 0,7770 | 0,8144 | 0,8517 | 0,8891 | 0,9265 | 0,9639 | 1,0012 | 1,0386 | 1,0760 | 1,1134 | 1,1508 | | | | |
| 38 | | | 0,8405 | 0,8779 | 0,9152 | 0,9526 | 0,9900 | 1,0274 | 1,0648 | 1,1021 | 1,1395 | 1,1769 | 1,2143 | 1,2516 | 1,2890 | | | |
| 40 | | | 0,9468 | 0,9842 | 1,0216 | 1,0590 | 1,0963 | 1,1337 | 1,1711 | 1,2085 | 1,2458 | 1,2832 | 1,3206 | 1,3580 | 1,3954 | | | |
| 42 | | | 1,0586 | 1,0960 | 1,1334 | 1,1707 | 1,2081 | 1,2455 | 1,2829 | 1,3203 | 1,3576 | 1,3950 | 1,4324 | 1,4698 | 1,5071 | 1,5445 | | |
| 44 | | | | 1,2132 | 1,2506 | 1,2880 | 1,3254 | 1,3627 | 1,4001 | 1,4375 | 1,4749 | 1,5123 | 1,5496 | 1,5870 | 1,6244 | 1,6618 | | |
| 46 | | | | 1,3359 | 1,3733 | 1,4107 | 1,4481 | 1,4854 | 1,5228 | 1,5602 | 1,5976 | 1,6350 | 1,6723 | 1,7097 | 1,7471 | 1,7845 | 1,8218 | |
| 48 | | | | 1,4641 | 1,5015 | 1,5388 | 1,5762 | 1,6136 | 1,6510 | 1,6883 | 1,7257 | 1,7631 | 1,8005 | 1,8379 | 1,8752 | 1,9126 | 1,9500 | |
| 50 | | | | 1,5977 | 1,6351 | 1,6724 | 1,7098 | 1,7472 | 1,7846 | 1,8220 | 1,8593 | 1,8967 | 1,9341 | 1,9715 | 2,0088 | 2,0462 | 2,0836 | |
| 52 | | | | | 1,7741 | 1,8115 | 1,8489 | 1,8863 | 1,9236 | 1,9610 | 1,9984 | 2,0358 | 2,0731 | 2,1105 | 2,1479 | 2,1853 | 2,2227 | |
| 54 | | | | | 1,9186 | 1,9560 | 1,9934 | 2,0308 | 2,0681 | 2,1055 | 2,1429 | 2,1803 | 2,2177 | 2,2550 | 2,2924 | 2,3298 | 2,3672 | |
| 56 | | | | | 2,0686 | 2,1060 | 2,1433 | 2,1807 | 2,2181 | 2,2555 | 2,2929 | 2,3302 | 2,3676 | 2,4050 | 2,4424 | 2,4798 | 2,5171 | |
| 58 | | | | | | 2,2614 | 2,2988 | 2,3361 | 2,3735 | 2,4109 | 2,4483 | 2,4857 | 2,5230 | 2,5604 | 2,5978 | 2,6352 | 2,6725 | |
| 60 | | | | | | 2,4223 | 2,4596 | 2,4970 | 2,5344 | 2,5718 | 2,6091 | 2,6465 | 2,6839 | 2,7213 | 2,7587 | 2,7960 | 2,8334 | |
| 62 | | | | | | | 2,6260 | 2,6633 | 2,7007 | 2,7381 | 2,7755 | 2,8128 | 2,8502 | 2,8876 | 2,9250 | 2,9624 | 2,9997 | |
| 64 | | | | | | | 2,7977 | 2,8351 | 2,8725 | 2,9099 | 2,9472 | 2,9846 | 3,0220 | 3,0594 | 3,0968 | 3,1341 | 3,1715 | |
| 66 | | | | | | | | 3,0123 | 3,0497 | 3,0871 | 3,1245 | 3,1619 | 3,1992 | 3,2366 | 3,2740 | 3,3114 | 3,3487 | |

Обязательным этапом при составлении нормативов является оценка их точности. Поэтому провели сопоставление объема ствола, определенного по разработанному уравнению, с объемами учетных деревьев, вычисленными по данным натурных обмеров. В ходе исследования рассчитали систематическую, среднеквадратическую и среднюю ошибки.

В итоге разработанное уравнение для определения объема стволов дает приемлемые результаты: систематическая ошибка равняется +0,21 %, среднеквадратическая $\pm 9,54$ %. Средняя ошибка уравнения, рассчитанная по всем учетным деревьям, составила $\pm 0,07$ %. Предложенные трехходовые таблицы объемов для деревьев сосны обыкновенной, произрастающих в городских условиях, могут успешно применяться на производстве.

Заключение

При помощи программно-измерительного комплекса на базе ГИС Field-Map определены основные объемообразующие показатели растущих деревьев сосны в городской среде с достаточной точностью и оперативностью. Данные показатели послужили основой для определения объема ствола с точностью, достаточной для составления лесотаксационных нормативов (таблиц объемов). Для условий города целесообразнее иметь таблицы объемов с тремя входами: диаметр на высоте груди, высота и второй коэффициент формы.

В ходе исследований установлено, что второй коэффициент формы у деревьев сосны обыкновенной, произрастающих в условиях города, изменяется в достаточно широком диапазоне от 0,503 до 0,850. Поэтому составлены три таблицы для

сбежистых, среднесбежистых и малосбежистых стволов. Разработка таблиц объемов проводилась с применением множественного регрессионного анализа в статистическом пакете Statistica 10. Три фактора, включенные в уравнение, объясняют более 97 % изменчивости объемов. Разработанное уравнение для определения объема стволов дает приемлемые результаты: систематическая ошибка равняется +0,21 %, среднеквадратическая $\pm 9,54$ %. Полученные таблицы объемов стволов могут быть использованы в практике городского зеленого строительства муниципального образования «город Екатеринбург» и других уральских городов: при проведении таксационных работ и инвентаризации, расчета сметной документации.

Библиографический список

1. Лунц Л. Б. Городское зеленое строительство: учебник для вузов. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – М. : Стройиздат, 1974. – 275 с.
2. Инженерная подготовка и благоустройство городских территорий: учебник для вузов / В. В. Владимиров, Г. Н. Давидянц, О. С. Расторгуев, В. Л. Шафран. – М. : Архитектура, 2004. – 240 с.
3. Лесоводственно-таксационная оценка экологического состояния лесов в условиях рекреации и техногенного загрязнения / С. А. Шавнин, В. А. Галако, С. Л. Менщиков, В. Э. Власенко, В. Н. Марущак // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-та. – 2010. – Т. 27, № 3. – С. 37–41.
4. Экология города : учеб. пособие / под ред. В. В. Денисова. – М. ; Ростов-н/Д : MapT, 2008. – 832 с.
5. Таран И. В., Спиридонов В. Н. Устойчивость рекреационных лесов. – Новосибирск : Наука, 1977. – 177 с.
6. Крючкова И. И., Нагимов З. Я. Особенности строения групп деревьев ели колючей в условиях г. Бузулуслан // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1–1. – URL: www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=17307 (дата обращения: 19.12.2019).
7. Нуриев Д. Н. Строение, рост и состояние озеленительных посадок березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в условиях г. Екатеринбурга : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02 / Нуриев Д. Н. – Екатеринбург, 2019. – 20 с.

8. Применение полевой ГИС-технологии Field-Map в ландшафтном строительстве для инвентаризации и картирования городских зеленых насаждений / И. Ф. Букша, В. П. Пастернак, Т. С. Пивовар, М. И. Букша // Современное состояние и перспективы применения ГИС-технологий и аэрокосмических методов в лесном хозяйстве и садово-парковом строительстве. Особенности преподавания данных дисциплин в высших и средних учебных заведениях: сб. статей. – Йошкар-Ола : Марийский гос. техн. ун-т, 2008. – С. 93–100.
9. Черны М., Букша И. Ф., Букша М. И. Передовые технологии для полевого сбора данных в лесном хозяйстве // Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2009. – № 2. – С. 62–65.
10. Вишневецкий, В. С. Полевые испытания ГИС Field-Map // Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2009. – № 5–6. – С. 74–75.
11. Горский П. В. Руководство для составления таблиц. – М. : Гослесбумиздат, 1962. – 93 с.
12. Оценка возможности применения программно-измерительного комплекса на базе ГИС Field-Map при разработке таблиц объемов стволов в городских условиях/ И. В. Шевелина, А. В. Суслов, Д. Н. Нуриев, З. Я. Нагимов, А. Н. Марковцева, И. С. Дунаев // Успехи современ. естествознания. – 2018. – № 1. – С. 62–67.
13. Шевелина И. В., Нагимов З. Я., Метелев Д. В. Характеристика лесного фонда зеленой зоны в пределах муниципального образования «г. Екатеринбург» // Современ. проблемы науки и образования. – 2015. № 1–1. – URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=18547> (дата обращения: 22.12.2019).
14. Шевелина И. В., Метелев Д. В., Нагимов З. Я. Динамика лесоводственно-таксационных показателей насаждений лесопарков города Екатеринбурга // Успехи современ. естествознания. – 2016. – № 6. – С. 125–131. – URL: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=35979> (дата обращения: 22.12.2019).
15. Нуриев Д. Н., Шевелина И. В., Нагимов З. Я. Разработка таблиц объемов стволов березы для озеленительных посадок г. Екатеринбурга на основе данных, полученных программно-измерительным комплексом Field-Map // Успехи современ. естествознания. – 2018. – № 11. – С. 54–60.

Bibliography

1. Lunts L. B. Urban Green Building: Textbook for universities. – 2nd ed., Rev. and add. – Moscow: Stroyizdat, 1974. – 275 p.
2. Engineering preparation and improvement of urban areas: textbook for universities / V. V. Vladimirov, G. N. Davidyants, O. S. Rastorguev, V. L. Shafran. – Moscow : Arkhitektura, 2004. – 240 p.
3. Forestry-taxational evaluation of woods ecological situation under the conditions of recreation and technogenic / S. A. Shavnin, V. A. Galako, S. L. Menshchikov, V. E. Vlasenko, V. N. Marushchak // Federal state educational institution of higher education – Orenburg State : Agrarian University, 2010. – Vol. 27., No. 3 – P. 37–41.
4. Ecology of the city: tutorial. / edited by V. V. Denisov – Moscow, Rostov-on / D : Mart, 2008. – 832 p.
5. Taran I. V., Spiridonov V. K. Resistance recreational forests. – Novosibirsk : Science, 1977. – 177 p.
6. Kryuchkova I. I., Nagimov Z. Ja. Structural features of the tree groups of barbed spruces in the city of Buguruslan // Modern problems of science ad education. – 2015. – No. 1–1. – URL: www.science-education.ru/ru/article/view?id=17307 (accessed date:19 December 2019).
7. Nuriev D. N. Structure, growth and condition of greening plantings of the hanging birch (*Betula pendula* Roth.) in the conditions of Yekaterinburg: autoref. dis. ... can. of agricultural Sciences: 06.03.02 / Nureyev Dmitry Nailievich. – Yekaterinburg, 2019. – 20 p.
8. Use of Field-Map GIS-technology in landscape construction for inventory and mapping of urban green stands / I. F. Buksha, V. P. Pasternak, T. S. Pivovarov, M. I. Buksha // The current state and the prospects of use of GIS-technologies and space methods in forestry and landscape gardening construction. Features of teaching these

disciplines in the highest and average educational institutions: collection of articles. – Yoshkar-Ola : Mariyskiy gos. tehn. un-t, 2008. – P. 93–100.

9. Cherny M., Buksha I. F., Buksha M. I. Advanced technologies for field data collection in forestry // Equipment and tools for professionals, 2009. – No. 2. – P. 62–65.

10. Vishnevskij V. S. Field tests of GIS Field-Map // Equipment and tools for professionals. – 2009. – No. 5–6. – P. 74–75.

11. Gorskiy P. V. Guide for compilation of tables. – Moscow : Goslesbumizdat, 1962. – 93 p.

12. Estimation of using Field-Map technology in development of the stem volume tables in urban environment / I. V. Shevelina, A. V. Suslov, D. N. Nuriev, Z. Ya. Nagimov, A. N. Markovtseva, I. S. Dunaev // Advances in current natural sciences. – 2018. – Vol. 1. – P. 62–67.

13. Shevelina I. V., Nagimov Z. Ya., Metelev D. V. Characteristic of the forest fund of the urban forest zone of municipal unit «city of Yekaterinburg» // Modern problems of science ad education, 2015. – No. 1–1. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18547> (accessed date: 22 December 2019).

14. Shevelina I. V., Metelev D. V., Nagimov Z. Ya. Dynamics of silvicultural and taxation parameters of the stands in woodland parks in the city of Yekaterinburg // Advances in current natural sciences. – 2016. – No. 6. – P. 125–131. – URL: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=35979> (accessed date: 22 December 2019).

15. Nuriev D. N., Shevelina I. V., Nagimov Z. Ya. Development of the stem volume tables of birch based on data received by using Field-Map technology for urban plantings in Yekaterinburg // Advances in current natural sciences. – 2018. – Vol. 11. – P. 54–60.

УДК 574.3

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ В ГОРОДСКОМ ЛЕСОПАРКЕ МЕТОДОМ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТЬЕВ БЕРЁЗЫ ПОВИСЛОЙ (*Betula pendula* Roth.)

Н. П. БУНЬКОВА – кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры лесоводства*
e-mail: bunkovanp@m.usfeu.ru
ORCID ID: 0000-0002-7228-4693

В. В. АБРАМЕНКО – магистрант кафедры лесоводства*,
e-mail: nika_abramenko@mail.ru

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37

Ключевые слова: берёза повислая (*Betula pendula* Roth.), флуктуирующая асимметрия листьев, фито-мониторинг, оценка качества среды, антропогенное воздействие, биоиндикация, состояние насаждений.

С каждым годом возрастает воздействие на окружающую природную среду лесопарка, ухудшая его санитарное состояние. Это указывает на то, что появляется острая необходимость контролировать его состояние.

Лесопарк им. Лесоводов России, расположенный в городе Екатеринбурге, можно отнести к природному объекту, отмеченному как нечто среднее между парком и лесом. В нём запрещается любая хозяйственная деятельность, которая может принести непоправимый ущерб данной местности. При этом вся эта природная территория открыта для посетителей.

Объектом исследований служили пробные площади (ПП), заложенные в лесопарке им. Лесоводов России г. Екатеринбурга, расположенные на различном удалении от автомобильной дороги и асфальтобетонного завода компании ООО «АБЗ „Исток“», выбрасывающих промышленные поллютанты и выхлопные газы. Другими словами, ПП заложены в местах с различной антропогенной нагрузкой. В ходе выполнения работ изучалось влияние промышленных поллютантов и рекреации на древостой методом флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth.). Установлена тенденция ухудшения состояния древостоев с увеличением рекреационной нагрузки на лесопарковую зону. Выявлена общая картина критического состояния среды в условиях лесопарка, при которой деревья березы повислой испытывают угнетенное состояние. Предложена система лесохозяйственных мероприятий, направленных на обеспечение сохранения и повышение долговечности рекреационных насаждений в условиях высокой антропогенной нагрузки и интенсивных выбросов промышленных поллютантов.

Устойчивость насаждений лесорастительной зоны в черте города можно определить по состоянию видов, произрастающих на территории. В качестве эдификаторов природного сообщества выбирают древесные растения, которые наиболее чувствительны к изменениям в условиях произрастания. Состояние биоиндикаторов определяет дальнейшее существование как отдельных видов, так и всего насаждения в целом.

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF THE ENVIRONMENT IN AN URBAN FOREST PARK USING THE FLUCTUATING ASYMMETRY OF BIRCH LEAVES (*Betula pendula* Roth.)

N. P. BUNKOVA – candidate of agricultural sciences,
assistant professor forestry department*

ORCID ID: 0000-0002-7228-4693

e-mail: bunkovanp@m.usfeu.ru

V. V. ABRAMENKO – master's student of the department of forestry*,
e-mail: nika_abramenko@mail.ru

* FSBEI HE «Ural state forest engineering university»
620100, Russia, Yekaterinburg, Siberian tract, 37

Keywords: hanging birch (*Betula pendula* Roth.), fluctuating leaf asymmetry, phytomonitoring, environmental quality assessment, anthropogenic impact, bioindication, state of plantings.

Every year, the impact on the natural environment of the forest Park increases, worsening its sanitary condition. This indicates that there is an urgent need to monitor her condition.

Forest Park named after him. Lesovodov Russia, located in the city of Yekaterinburg, can be attributed to a natural object that can be noted as a cross between a Park and a forest. It prohibits any economic activity that may cause irreparable damage to the area. At the same time, this entire natural area is open to visitors.

The object of research was the trial areas (PP) laid in the forest Park named after him. Foresters of Russia, Yekaterinburg, are located at various distances from the highway and asphalt plant of the company «ABZ „Istok“», which emit industrial pollutants and exhaust gases. In other words, PP are laid in places with different anthropogenic loads. During the work, the influence of industrial pollutants and recreation on the stand was studied by the method of fluctuating asymmetry of the leaves of the hanging birch (*Betula pendula* Roth.). There is a trend of deterioration of stands with an increase in the recreational load on the forest Park zone. The General picture of the critical state of the environment in a forest Park, in which the trees of the hanging birch experience a depressed state, is revealed. A system of forest management measures aimed at ensuring the preservation and increasing the longevity of recreational stands in conditions of high anthropogenic load and intensive emissions of industrial pollutants is proposed.

The stability of plantings in the forest zone within the city limits can be determined by the state of the species growing on the territory. Woody plants that are most sensitive to changes in growing conditions are chosen as edifiers of the natural community. The state of bioindicators determines the continued existence of both individual species and the entire plant as a whole.

Введение

Лесам, особенно произрастающим вокруг крупных мегаполисов, принадлежит важная роль в улучшении экологической обстановки. Они вырабатывают кислород, очищают воздух от пыли и промышленных поллютантов, выделяют фитонциды, снижают уровень шума, создавая тем самым благоприятную обстановку для отдыхающего в них населения [1, 2]. В то же время, испытывая интенсивные антропогенные нагрузки, леса вокруг городов и других населенных пунктов нередко снижают устойчивость и характеризуются плохим санитарным состоянием [3–5]. Последнее свидетельствует о необходимости проведения экологического мониторинга, позволяющего на ранних стадиях зафиксировать снижение насаждениями устойчивости и ухудшение санитарного состояния древостоев. Осуществление мониторинга важно не только для поддержания стабильного устойчивого состояния рекреационных лесов лесоводственными мероприятиями, но и в связи с тем, что только насаждения, находящиеся в хорошем санитарном состоянии, способны в максимальной степени выполнять экологические функции [6, 7].

Оценка качества жизнедеятельности древесных растений как при планировании, так и при осуществлении любых меропри-

ятий по природопользованию, охране природы и обеспечению экологической безопасности является одним из удобных и актуальных методов определения интенсивности выбросов промышленных поллютантов и антропогенной нагрузки. По исследуемым биондикаторам, в частности характеристикам флуктуирующей асимметрии (ФА), можно оценить стабильность состояния живых организмов [8–11]. Под флуктуирующей асимметрией (ФА) следует понимать ненаследуемые мелкие ненаправленные отклонения от строгой билатеральной симметрии [12].

Таким образом, одной из важных частей оценки санитарного состояния среды в условиях лесопарковой зоны является организация контроля над экологическими изменениями посредством биомониторинга за санитарным состоянием насаждения как системы раннего предупреждения, выявляющей даже начальные изменения в состоянии всей среды. При биомониторинге возможно установление направления и степени отклонения санитарного состояния насаждения от условной нормы в зависимости от нарастания или снижения степени антропогенных воздействий. При этом оценка может вестись по отдельным видам [13–15].

Исследование показателей стабильности развития на листьях

берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) широко применяется для оценки качества среды. Берёза повислая имеет билатерально симметричные листья, данная древесная порода широко используется в озеленении городской среды, а также при формировании состава насаждений лесопарков.

Цель, объекты

и методика исследований

Цель – оценить экологическое состояние рекреационной зоны в условиях лесопарка им. Лесоводов России г. Екатеринбурга методом флуктуирующей асимметрии листьев берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.)

В настоящее время широко используется индикатор флуктуирующей асимметрии (ФА) листьев любого вида, для которого характерна билатеральная симметрия в качестве состояния окружающей среды [10]. Листья берёзы повислой являются индикатором, характеризующим устойчивость и здоровье окружающей среды, а также служат сильным воздушным насосом дерева, который обеспечивает поглощение и накопление значительного количества промышленных поллютантов и выхлопных газов. Аккумуляция промышленных поллютантов и выхлопных газов в живом организме приводит к модификации строения тканей и органов. Тем самым

диагностические признаки видов изменяются. Таким образом, лист берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) является высокопластичным органом, а характер изменчивости его морфологической структуры может служить индикатором загрязнения внешней среды [16, 17]. Колебания флуктуирующей асимметрии являются чувствительным показателем состояния природных популяций в окружающей среде.

В соответствии с методическими рекомендациями сбор материала проводился после остановки роста листьев [9, 18] на ПП, заложенных на территории лесопарка им. Лесоводов России. Методика основывается на выявлении, учете и сравнительном анализе асимметрии по определенным показателям. В соответствии с методикой с каждой точки отбора у берёзы повислой равномерно вокруг дерева со всех доступных веток собирались 120 листьев из нижней части кроны. Для исследования выбирались деревья, достигшие генеративного возрастного состояния. Размер листьев должен быть сходным, средним для данного растения [16]. По каждой листовой пластине были произведены измерения левой и правой частей листа по 5 параметрам у 960 листьев. Сбор материала проводился на 8 ПП.

При помощи штангельциркуля, линейки и транспортира у каждого листа измерялось по шесть признаков слева и справа, как показано на рис. 1.

Схема замеров листовой пластинки берёзы повислой (*Betula*

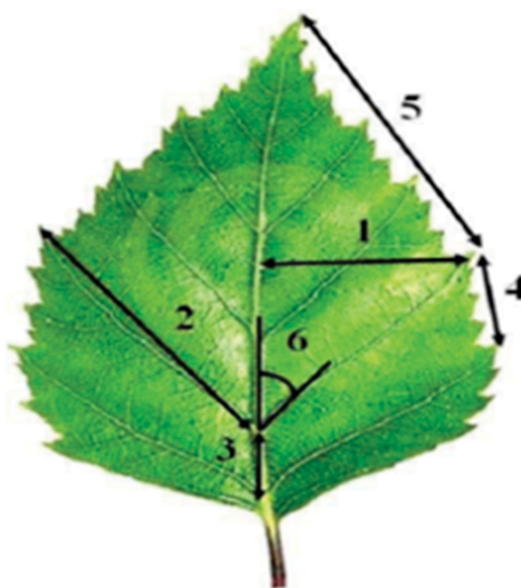


Рис. 1. Схема замеров листовой пластинки берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) для определения показателей флуктуирующей асимметрии

Fig. 1. Diagram of measurements of the leaf blade of the hanging birch (*Betula pendula* Roth.) to define indicators fluctuating asymmetry

pendula Roth.) для определения показателя флуктуирующей асимметрии (ФА): 1 – ширина половины листа; 2 – длина второй от основания листа жилки второго порядка; 3 – расстояние между основанием первой и второй жилок второго порядка; 4 – расстояние между концами первой и второй жилки второго порядка; 5 – расстояние между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка и вершиной листа; 6 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка (измеряется транспортиром в градусах).

Для измерения лист берёзы нужно положить перед собой нижней стороной вверх. Для каждого обмеренного листа нужно вычислить относительные величины асимметрии каждого признака. Для этого разность

между параметрами слева L и справа R делили на сумму этих параметров.

Среднюю величину асимметрии A рассчитывают как отношение разницы в оценке слева L и справа R к сумме этих оценок:

$$A = |L - R| / |L + R|.$$

Затем вычислялась величина асимметрии каждого листа, т.е. суммировались все значения по всем признакам и делились на количество признаков. На последних этапах рассчитан интегральный показатель стабильности развития – величина среднего относительного различия между сторонами на признак. Для этого вычислено среднее арифметическое значение всех величин асимметрии для каждого листа. Указанное значение округлено до третьего знака после запятой [10, 16].

Интегральные показатели стабильности развития на ПП и среднее значение показателя ФА рассмотрены в зависимости от удаления от асфальтобетонного завода компании ООО «АБЗ „Исток“». Для каждой из точек наблюдения определялся интегральный показатель ФА согласно шкале оценки

отклонений состояния организма от условий нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для берёзы повислой [13]. Данные представлены в табл. 1.

Значения интегрального показателя асимметрии, соответствующие первому баллу, обычно наблюдаются в выбор-

ках растений из благоприятных условий произрастания, например в природных заповедниках. Пятый балл – критическое значение (такие значения показателя асимметрии наблюдаются в крайне неблагоприятных условиях, когда растение находится в сильно угнетенном состоянии).

Таблица 1

Table 1

Шкала оценки отклонений состояния организма от условий нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.)

Scale of assessment of deviations of the state of the organism from the normal conditions by the value of the integral indicator of stability of development for the hanging birch (*Betula pendula* Roth.)

| Балл Point | Величина показателя стабильности развития The value of the development stability indicator | Значение стабильности развития The importance of development stability |
|---------------|---|---|
| I | < 0,040 (условная норма) (a conditional norm) | Стабильное Stable |
| II | 0,040–0,044 | Незначительное отклонение Minor deviation |
| III | 0,045–0,049 | Средний уровень отклонения Average deviation level |
| IV | 0,050–0,054 | Значительное отклонение Significant deviation |
| V | > 0,054 (сильное, экстремальное) (strong, extreme) | Критическое состояние Critical condition |

Результаты исследования и их обсуждение

Для того чтобы оценить последствия антропогенного воздействия, используется сравнение данных ПП, заложенных на различном расстоянии от источника промышленных поллютантов или подверженных рекреационным нагрузкам различной интенсивности. Как показывает практика, проведение таких оценок, выполняемых неоднократно на одних и тех же ПП, позволяет

получить объективную оценку изменения состояния окружающей среды.

При однократном проведении исследований можно объективно оценить состояние условий произрастания, обусловленное антропогенными нагрузками на конкретный момент времени. Особо следует отметить, что биоиндикация позволяет установить влияние различных видов антропогенного воздействия, включая химическое и радиационное.

Заложенные в ходе исследования ПП территориально находятся в Октябрьском районе г. Екатеринбурга в северо-восточной части города в разной удалённости от асфальтобетонного завода компании ООО «АБЗ „Исток“» и автомобильной дороги. Данные о координатах местоположения ПП представлены в табл. 2.

На рис. 2 показано удаление ПП от асфальтобетонного завода.

Таблица 2

Table 2

Местоположения исследуемых объектов и постоянных пробных площадей
Locations of the studied objects and permanent test areas

| Номер ПП Number PP | Широта Latitude | Долгота Longitude |
|--|--------------------|----------------------|
| Асфальтобетонный завод компании ООО «АБЗ „Исток“» Asphalt concrete plant of the company «АСР „Istok“» | 56. 816325 | 60. 662645 |
| 1 | 56. 817641 | 60. 671516 |
| 2 | 56. 808337 | 60. 675108 |
| 3 | 56. 803619 | 60. 677251 |
| 4 | 56. 803303 | 60. 677206 |
| 5 | 56. 798773 | 60. 674068 |
| 6 | 56. 800324 | 60. 677776 |
| 7 | 56. 800362 | 60. 678099 |
| 8 | 56. 800775 | 60. 686458 |

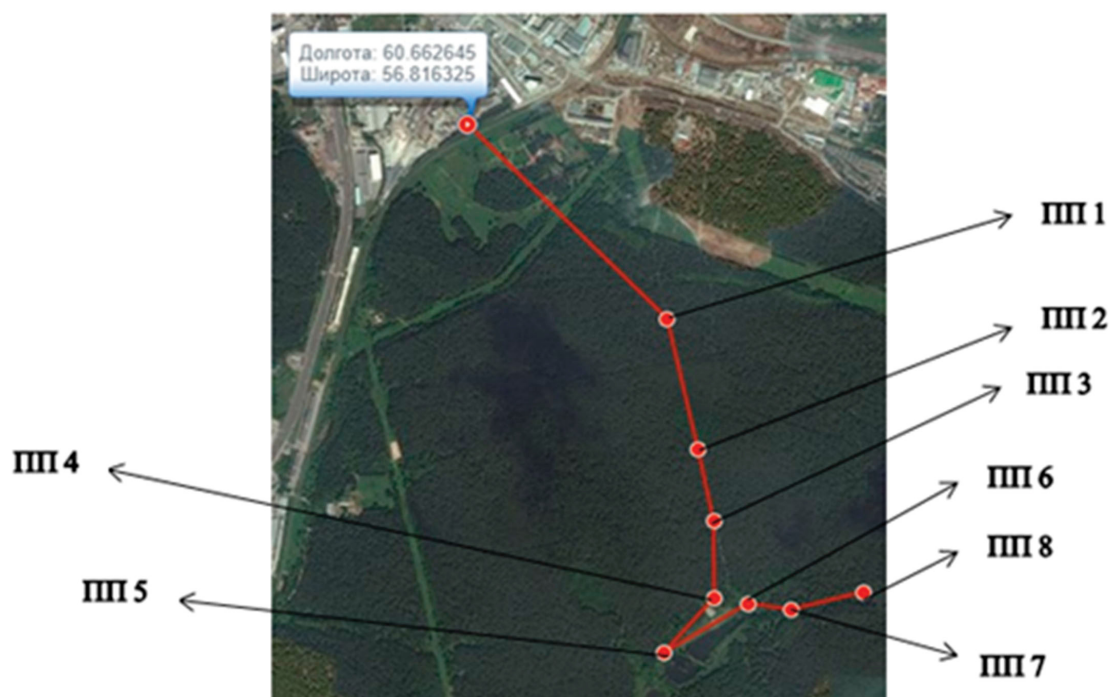


Рис. 2. Удаление ПП от асфальтобетонного завода (компания ООО «АБЗ „Исток“»)
Fig. 2. Location of the SPP from the asphalt concrete plant (company ООО «ABS „Istok“»)
the continued existence of both individual species and the entire plant as a whole

После математической обработки результатов по выбранной методике и шкале оценки откло-

нения состояния организмов от условий нормы получены интегральные показатели стабильно-

сти развития березы, приведенные в табл. 3.

Таблица 3

Table 3

Интегральные показатели стабильности развития в зависимости от расстояния
до асфальтобетонного завода компании ООО «АБЗ „Исток“»
Integral indicators of development stability depending
on the company's asphalt concrete plant company ООО «ABS „Istok“»

| Номер ПП | Расстояние от асфальтобетонного завода, км Distance from the asphalt plant, km | Интегральный показатель асимметрии Integral indicator of asymmetry | Балл состояния Status score | Качество развития The quality of the development |
|----------|--|---|--------------------------------|---|
| 1 | 1,56 | 0,130 | 5 | Критическое состояние Critical condition |
| 2 | 1,80 | 0,162 | 5 | Критическое состояние Critical condition |
| 3 | 2,17 | 0,022 | 1 | Условно-нормальное Conditional normal |
| 4 | 2,20 | 0,350 | 5 | Критическое состояние Critical condition |
| 5 | 2,21 | 0,261 | 5 | Критическое состояние Critical condition |
| 6 | 2,01 | 0,159 | 5 | Критическое состояние Critical condition |
| 7 | 2,20 | 0,179 | 5 | Критическое состояние Critical condition |
| 8 | 2,23 | 0,394 | 5 | Критическое состояние Critical condition |

Материалы табл. 3 свидетельствуют, что состояние среды на заложенных ПП оценивается как критическое или наблюдаются существенные (значительные) отклонения от нормы. Полученные данные дают возможность сопоставить значения ФА листовых пластинок березы повислой и лесопатологического состояния дерева с балльной шкалой оценок качества среды обитания по стабильности развития.

Анализ табл. 3 и рис. 2 свидетельствует, что значения интегральной асимметрии листьев березы существенно различаются. Это объясняется влиянием, как было отмечено ранее, трех

основных факторов: промышленных аэровыбросов асфальтобетонного завода, выхлопных газов автотранспорта и рекреационных нагрузок. При этом на насаждения ПП 1 и ПП 2 оказывают влияние аэропромвыбросы асфальтобетонного завода и рекреационные нагрузки. На насаждения ПП 4, 2, 6 и 7 в значительной степени влияют все три вышеуказанных фактора с доминированием рекреационных нагрузок. При этом на ПП 8 и ПП 4 особенно существенное влияние оказывают рекреационные нагрузки, поскольку данные ПП находятся в непосредственной близости от остановок автотран-

спорта, где концентрируются рекреанты. Именно для этих ПП характерны самые высокие значения интегральных показателей асимметрии листовых пластинок березы (0,394 и 0,350 соответственно).

Лучшим состоянием характеризуются деревья березы повислой, произрастающие на ПП 3, где интегральный показатель ассимиляционного аппарата составляет 0,22. Данная пробная площадь находится внутри лесного массива, не примыкает к автомобильным дорогам и удалена от асфальтобетонного завода более чем на 2 км. Особо следует отметить, что наличие густого

подлеска и живого напочвенного покрова минимизирует рекреационные нагрузки на насаждение ПП 3, а следовательно, деревья березы испытывают негативное воздействие лишь аэропромвыбросов асфальтобетонного завода. Другими словами, материалы исследований свидетельствуют, что рекреационные нагрузки оказывают в лесопарке им. Лесоводов России более существенное негативное воздействие, чем аэропромвыбросы асфальтобетонного завода и выхлопные газы автотранспорта. Это позволяет сделать очень важный вывод о том, что в целях повышения устойчивости насаждений необходимо деградирующие участки переводить в участки консервации. То есть проектировать исключение рекреационного воздействия путем огораживания, окружения изгородями из колючих кустарников, внесении органических или минеральных удобрений, особенно азота. В последнем случае достигается резкое разрастание живого напочвенного покрова из травянистых видов, а также подлеска, что будет служить сдерживающим фактором для перемещения рекреантов и уплотнения почвы. Кроме того, в лесопарке должна быть организована продуманная тропиночная сеть, способствующая минимизации перемещения рекреантов под пологом леса вне указанной дорожно-тропиночной сети.

Кроме того, учитывая негативное воздействие выбросов асфальтобетонного завода, особенно на расстоянии до 2 км

от него, следует поставить вопрос об изменении технологии работ с целью сокращения указанных выбросов. Дополнительно следует ограничить перемещение автотранспорта по территории лесопарка установкой шлагбаумов, а вдоль дорог создать опушки с использованием кустарников. Последнее минимизирует поступление выхлопных газов автотранспорта под полог древостоя.

По данным наших исследований можно отметить, что практическая оценка качества среды в данной местности связана с повышенной антропогенной нагрузкой. Фоновый уровень нарушений для насаждения из точки условного контроля не всегда находится в диапазоне значений, соответствующих первому баллу. Экологическая ситуация соответствует явному неблагоприятному воздействию и такие изменения состояния насаждения приводят к снижению его эстетической значимости и к большому ухудшению санитарного состояния.

Заключение и выводы

Рекреационная деятельность снижает эстетические показатели леса. Это приводит к ослаблению и отмиранию отдельных деревьев, а также ухудшению санитарного состояния насаждений в целом. В настоящее время стоит острая проблема повышения устойчивости насаждений, подвергающихся влиянию промышленных комплексов, урбанизации.

Проведенные нами исследования показали, что метод флуктуирующей асимметрии листовой

пластинки березы повислой является эффективным для изучения состояния древесной растительности в условиях длительного рекреационного воздействия. Расчет интегральных показателей флуктуирующей асимметрии березы повислой (*Betula pendula* Roth.) позволил получить оценку качества среды на заложённых ПП. В большинстве из них интегральный показатель флуктуирующей асимметрии свидетельствует о существенных (значительных) отклонениях от нормы и качество среды согласно выбранной классификации оценивается как критическое. Распределение интегральных показателей стабильности развития можно объяснить тем, что на показатель асимметрии листовой пластинки основное влияние оказывает промышленная деятельность человека.

Стоит обратить внимание на теоретические, а также практические основы и принципы использования лесов в лесопарковой зоне, чтобы улучшить санитарное состояние насаждения. Для того чтобы разработать наиболее точные рекомендации для проведения лесоводственных мероприятий, необходимо проводить многолетний мониторинг для более полной картины и оценки качества состояния среды в условиях рекреационной деятельности человека.

Для повышения устойчивости и долговечности насаждений в лесопарковой зоне необходимо проводить следующие лесоводственные мероприятия: изолировать от рекреационной нагрузки

ослабленные участки леса, защищать насаждение от вредителей и болезней, охранять леса от пожаров и лесонарушений, проводить реконструктивные работы в малоценных насаждениях. При массовом посещении отдельных лесных массивов усиливать контроль за поведением посети-

телей в лесу и организовывать специальную патрульную службу. Также путём искусственного формирования необходимо регулировать породный состав насаждений, устойчивых в данных лесорастительных условиях.

Результаты исследования могут являться основанием для

привлечения внимания общественности, администрации города и руководителей предприятия асфальтобетонного завода компании ООО «АБЗ „Исток“» к вопросам восстановления благополучия состояния окружающей среды в лесопарке им. Лесоводов России.

Библиографический список

1. Хайретдинов А. Ф., Залесов С. В. Введение в лесоводство : учеб. пособие. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. – 201 с.
2. Залесов С. В., Хайретдинов А. Ф. Ландшафтные рубки в лесопарках. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. – 175 с.
3. Залесов С. В., Крестунов Е. В., Лаишевцев Р. Н. Основные факторы пораженности сосны корневыми и стволовыми гнилями в городских лесопарках // Защита и карантин растений. – 2008. – № 2. – С. 56–58.
4. Залесов С. В., Колтунов Е. В. Корневые и стволовые гнили сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в Нижне-Исетском лесопарке г. Екатеринбурга // Аграрн. вестник Урала. – 2009. – № 1 (55). – С. 73–75.
5. Колтунов Е. В., Залесов С. В., Демчук А. Ю. Корневые и стволовые гнили и состояние древостоев Шарташского лесопарка г. Екатеринбурга в условиях различной рекреационной нагрузки // Аграрн. вестник Урала. – 2001. – № 8 (87). – С. 40–43.
6. Бунькова Н. П., Залесов С. В. Рекреационная устойчивость и емкость сосновых насаждений в лесопарках г. Екатеринбурга. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. – 124 с.
7. Основы фитомониторинга : учеб. пособие / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. А. Зотеева, А. Г. Магасюмова. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. – 89 с.
8. Босняцкий Г. П. Методы биоиндикации для контроля состояния окружающей среды // Экология в газовой промышленности. – М. : ВНИИГаз, 2004. – 125 с.
9. Залесов С. В., Зарипов Ю. В., Фролова Е. А. Анализ состояния подроста березы повислой (*Betula pendula* Roth.) на отвалах месторождений хризотил-асбеста по показателю флуктуирующей асимметрии // Вестник Бурят. гос. с.-х. акад. им. В. Р. Филиппова. – 2017. – № 1 (46). – С. 71–77.
10. Использование показателя флуктуирующей асимметрии березы повислой для оценки ее состояния / С. В. Залесов, Б. О. Азбаев, Л. А. Белов, Е. С. Залесова, А. С. Оплетаев // Современ. проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – URL: www.skience-education.ru/119-14518/ (дата обращения 14.02.2019).
11. Залесов С. В., Бачурина А. В. Оценка качества окружающей среды на территории Карабашского городского округа по состоянию березы повислой // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2019. – № 2. – С. – 38–41.
12. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). утв. распоряжением Росэкологии от 16.10.2003 № 460-р. – М., 2003. – 25 с.
13. Солдатова В. Ю., Шадрина Е. Г. Показатели флуктуирующей асимметрии *Betula platyphylla* Sukacz. в условиях антропогенного воздействия (на примере г. Якутска) // Экологический мониторинг. – 2007. – № 5. – С. 70–74.

14. Савинцева Л. С., Егошина Т. Л., Ширяев В. В. Оценка качества урбаноcреды г. Кирова на основе анализа флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth.) // Вестник Удмурт. ун-та. – 2012. – № 6–2. – С. 31–37.

15. Залесова Е. С. Лесоводственная эффективность опытных рубок ухода 1952–1983 гг. в сосняках подзоны южной тайги Урала : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Залесова Евгения Сергеевна. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. – 16 с.

16. Залесов С. В., Бачурина А. В. Использование метода флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой для оценки качества среды в городах Челябинской области // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики : матер. XII Междунар. науч.-техн. конф. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – С. 166–169.

17. Константинов Е. Л. Особенности ФА листовой пластинки березы повислой (*Betula Pendula* Roth.) как вида биоиндикатора : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Константинов Е. Л. – Калуга, 2001. – 19 с.

18. Залесов С. В., Бачурина А. В., Шевелина А. О. Оценка стабильности состояния березы на различном удалении от ОАО «Уфалейникель» // Леса России и хоз-во в них. – 2018. – Вып. 1 (64). – С. 21–27.

Bibliography

1. Khayretdinov A. F., Zalesov S. V. Introduction to forestry : textbook. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering University, 2011. – 201 p.

2. Zalesov S. V., Khayretdinov A. F. Landscape logging in forest parks. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering University, 2011. – 175 p.

3. Zalesov S. V., Krekturnov E. V., Laishevtsev R. N. The Main factors affecting pine root and stem rot in urban forest parks // Protection and quarantine of plants. – 2008. – No. 2. – P. 56–58.

4. Zalesov S. V., Koltunov E. V. Root and stem rot of common pine (*Pinus sylvestris* L.) and hanging birch (*Betula pendula* Roth.) in the lower Iset forest Park of the city of Yekaterinbug // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2009. – № 1 (55). – P. 73–75.

5. Koltunov E. V., Zalesov S. V., Demchuk A. Yu. Root and stem rot and the state of stands of the Shartash forest Park in Yekaterinburg under different recreational load // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2001. – № 8 (87). – P. 40–43.

6. Bunkova N. P., Zalesov S. V. Recreational stability and capacity of pine plantations in the forest parks of Yekaterinburg. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering university, 2016. – 124 p.

7. Fundamentals of phytomonitoring : textbook / N. P. Bunkova, S. V. Zalesov, E. A. Zoteeva, A. G. Magasumova. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering university, 2011. – 89 p.

8. Bosnizckiy G. P. Bioindication methods for monitoring the state of the environment / Ecology in the gas industry. – Moscow : VNIIGAZ, 2004. – 125 p.

9. Zalesov S. V., Zaripov Yu. V., Frolova E. A. Analysis of the state of undergrowth of hanging birch (*Betula pendula* Roth.) on the dumps of chrysotile-asbestos deposits according to the index of fluctuating asymmetry // Bulletin of the Buryat state Academy of Sciences named after V. R. Filippov. – 2017. – № 1 (46). – P. 71–77.

10. Using the index of fluctuating asymmetry of the hanging birch to assess its state / S. V. Zalesov, B. O. Azbaev, L. A. Belov, E. S. Zalesova, A. S. Opletaev // Modern problems of science and education. – 2014. – № 5. – URL: www.skience-education.ru/119-14518/ (accessed 14.02.2019).

11. Zalesov V. S., Bachurina A. V. Assessment of environmental quality on the territory of Karabash urban district as birch // Use and protection of natural resources in Russia. – 2019. – No. 2. – P. 38–41.

12. Methodological recommendations for assessing the quality of the environment by the state of living creatures (assessment of the stability of the development of living organisms by the level of asymmetry of morphological structures): approved By the order of Rosecology of 16.10.2003 № 460-p. – Moscow, 2003. – 25 p.
13. Soldatova V. Y., Shadrina E. G. Indicators of fluctuating asymmetry of *Betula platyphylla* Sukacz in the conditions of anthropogenic impact (on the example of Yakutsk) // Environmental monitoring. – 2007. – No. 5. – P. 70–74.
14. Savintseva L. S., Egoshina T. L., Shiryaev V. V. Assessment of the quality of the urban environment of Kirov based on the analysis of fluctuating asymmetry of the leaf blade of the hanging birch (*Betula pendula* Roth.) // Bulletin of Udmurt university. – 2012. – No. 6–2. – P. 31–37.
15. Zalesova E. S. Forestry efficiency of experimental logging in 1952–1983 in the pine forests of the southern taiga of the Urals ... abstract of the dis. cand. of agricultural sciences. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering university, 2013. – 16 p.
16. Zalesov S. V., Bachurina A. V. Use of the method of fluctuating asymmetry of the leaf blade of birch to assess the quality of environment in cities of the Chelyabinsk region // Forest science in implementation of the concept of the Ural engineering school: the socio-economic and ecological problems of the forest sector of the economy : materials of XII International scientific conference. – Yekaterinburg: Ural state forest engineering university, 2019. – P. 166–169.
17. Konstantinov E. L. Features of the FA leaf blade of the hanging birch (*Betula Pendula* Rotch.) as a type of bioindicator : autoref. Diss. on competition Uch. step. Kan. Biol. Sciences / Konstantinov E. L. – Kaluga, 2001. – 19 p.
18. Zalesov S. V., Bachurina A. V., Shevelina A. O. Assessment of the stability of the birch state at a different distance from JSC «Ufaleinikel» // Forests of Russia and their households. – 2018. – Issue 1 (64). – P. 21–27.



УДК 630 (712)

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ FORSYTHIA OVATA NAKAI (ФОРЗИЦИЯ ЯЙЦЕВИДНАЯ) И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ОЗЕЛЕНЕНИИ

К. А. ВОРОНЦОВА – магистрант кафедры
 ландшафтного строительства*
 e- mail: xeniya.vorontsova25@yandex.ru

С. А. ШАВНИН – доктор биологических наук, профессор
 ФГБУН Ботанический сад УрО РАН

Т. Б. СРОДНЫХ – доктор сельскохозяйственных наук, профессор*

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»
 620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37.

Ключевые слова: озеленение, декоративный кустарник, форзиция, красивоцветущий кустарник, раннецветущие растения, рост побегов, ландшафтная архитектура.

В настоящее время в практике современного зеленого строительства среди раннецветущих кустарников, культивируемых на Среднем Урале, не получила широкого распространения форзиция яйцевидная (*Forsythia ovata Nakai*), представитель семейства маслинных (*Oleaceae*). Однако данный вид

характеризуется высокой степенью устойчивости к неблагоприятным климатическим условиям, отличается высокой декоративной ценностью, обусловленными морфологическими качествами, поэтому изучение биологических особенностей является важным и актуальным. Цель данной работы – изучение однолетних вегетативных и регенеративных побегов форзиции яйцевидной, их динамики роста и развития во времени как перспективного вида для зеленого строительства на Среднем Урале. Объектом исследования служила форзиция яйцевидная из коллекции Ботанического сада УрО РАН г. Екатеринбурга в количестве 6 модельных растений, с которых для дальнейшего изучения были отобраны однолетние вегетативные и регенеративные побеги в общем количестве 30 шт. В данной работе был также произведен анализ распространения рода форзиция (*Forsythia Vahl.*) на территории Европы и Среднего Урала, выявлены особенности роста и развития исследуемого объекта, предложены рекомендации по применению данного вида в озеленении городских территорий, а также мероприятия по уходу за данным видом растения. Основными результатами работы являются морфологическое изучение побегов, анализ морфогенеза однолетних и регенеративных побегов, исследование закономерности роста и развития двух выявленных типов побегов, их сроки формирования за один вегетационный период (май-сентябрь).

FEATURES OF GROWTH AND DEVELOPMENT FORSYTHIA OVATA NAKAI AND ITS USE IN THE GREENING OF YEKATERINBURG

K. A. VORONTSOVA – undergraduate of department of landscape Construction*
e-mail: xeniya.vorontsova25@yandex.ru

S. A. SHAVNIN – doctor of biological sciences, professor,
FSBIS Botanical Garden UrD RAS

T. B. SRODNYKH – doctor of Agricultural Sciences, professor*

* FSBEE HE «Ural state forest engineering university»
620100, Russia, Yekaterinburg, Siberian tract, 37

Keywords: gardening, ornamental shrub, forsythia, beautifully flowering shrub, early flowering plants, shoot growth, landscape architecture

Currently, in the practice of modern green building among the early flowering shrubs cultivated in the Middle Urals, Forsythia is ovate, a representative of the family of Olives. However, this species is characterized by a high degree of resistance to adverse climatic conditions, has a high decorative value, due to morphological qualities, therefore, the study of biological features is important and relevant. The purpose of this work is to study the annual vegetative and regenerative shoots of ovum forsythia, their dynamics of growth and development over time, as a promising species for green construction in the Middle Urals. The object of the study was egg-shaped forsythia from the collection of the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, in the amount of 6 model plants, from which 30 vegetative annual and regenerative shoots were selected for further study. In this work, an analysis of the distribution of the Forsythia genus (*Forsythia Vahl.*) In Europe and the Middle Urals was also made, the peculiarities of the growth and development of the studied object were identified, recommendations for the use of this species in the landscaping of urban areas, as well as measures to care for this kind of plant. The main results of the study are the morphological study of the shoots, the analysis of the morphogenesis of annual and regenerative shoots, the patterns of growth and development of the two identified types of shoots, their formation time for one growing season (May – September) are studied.

Введение

Современный ассортимент древесных и кустарниковых растений сложился в результате многовековой культуры садово-паркового и ландшафтного строительства города [1]. Применение деревьев и кустарников в современной ландшафтной архитектуре требует рассматривать их не только с точки зрения декоративности, эстетики, но и с биолого-экологических позиций. Необходимо детальное изучение особенностей роста и развития растений, особенно видов, недавно интродуцированных.

Одним из перспективных кустарников, относительно редко используемых в озеленении Среднего Урала, является представитель семейства маслинных (*Oleaceae*) форзиция яйцевидная (*Forsythia ovata Nakai*), изучение морфогенетических особенностей которого позволит ускорить его более широкое применение.

На сегодняшний день форзиция является относительно новым и малоизученным видом для условий Среднего Урала, в данной статье поднимается вопрос актуальности изучения данного вида.

Цель данного исследования – изучение динамики роста во времени и морфогенеза однолетних вегетативных и регенеративных побегов кустарника на примере форзиции яйцевидной, а также история интродукции данного вида, его свойства и особенности произрастания.

Для обозначения исследуемых типов побегов были использованы следующие терми-

ны: однолетний вегетативный побег – побег, несущий листья и почки, являющийся приростом текущего года; регенеративный однолетний побег – побег восстановления, возникший в результате нарушения корреляционных взаимоотношений между надземной и подземной системами растения.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования для изучения однолетних вегетативных и регенеративных побегов являлась форзиция яйцевидная из коллекции Ботанического сада УрО РАН г. Екатеринбурга в количестве 6 кустов. Модельные растения произрастают на одной территории в относительно одинаковых условиях, имеют примерно одинаковый возраст (15 лет). Для изучения однолетних побегов было отобрано по 2–3 побега с одного куста, общее количество вегетативных и регенеративных побегов составило 30 шт. В исследовании использовался сравнительно-морфологический метод.

Результаты исследований

Форзиция (лат. *Forsythia*), также форсайтия, или форсия, данный вид в 1833 г. назван в честь шотландского садовника и ботаника У. Форсайта, который являлся одним из основателей Королевского садоводческого общества (англ. Royal Horticultural Society). В XIX в., находясь в Китае, У. Форсайт был заинтересован одним необычным кустом, который ярко выделялся на фоне

однообразного ландшафта, издавая напоминая золотистый шар. Несколько привезенных из путешествия черенков удачно прижились.

Род форзиция небогат видами, одни авторы насчитывают около 6–8 видов, по информации базы данных The Plant List, род включает 13 видов. В природе ареал распространения видов рода форзиция охватывает восточно-азиатские страны, некоторые предпочитают климат Балканского полуострова. Родиной большинства известных видов является Восточная Азия.

В России интерес к форзиции возрос относительно недавно, особенно для территорий Среднего Урала и Сибири. Семкина Л. А. в своей монографии описывает, что впервые форзиция яйцевидная на Урале была выращена из семян, полученных по каталогу в 1962 г. из Ленинграда (БИН) [2].

Форзиция яйцевидная – это невысокий кустарник 1,5–2 м, довольно компактный со светлой серовато-желтой кроной и крупными (до 7 см) ярко-желтыми листьями [3]. При интродукции в условиях Среднего Урала форзиция яйцевидная сохранила жизненную форму, проходит все фазы роста и развития, ежегодно образует полноценное семенное потомство [4]. Весьма декоративна своим обильным, регулярным и ранним ярким цветением, золотистыми колокольчатыми цветками, появляющимися до распускания листьев [5]. Цветут форзиции в средней зоне России вслед за дафной

и рододендронами в конце апреля – начале мая. В нецветущий период она имеет нечеткий неряшливый силуэт. Форзицию необходимо выращивать во втором ярусе массива, так как ее цветы появляются в тот период, когда другие кустарники еще без листьев [6].

Для форзиции яйцевидной характерно симподиальное нарастание, структурной единицей которого является монокарпический побег. Рост побегов развивается из спящих почек, верхушечный рост побегов проявляется в акропетальном заложении и последующем растяжении новых метамеров побега. По мере удаления от верхушечной точки роста побега меристематические способности клеток ослабевают и в дальнейшем полностью утрачиваются в отличие от камбияльных элементов, которые обеспечивают побегам одревеснение [7].

Проведенные нами исследования показали, что скорость роста однолетних побегов в течение вегетационного периода значительно варьирует. В период развития однолетних вегетативных побегов наблюдается интенсивный рост. При достижении побегом длины 10–19 см (примерно начало июля) скорость роста постепенно замедляется, после прекращения роста происходит закладка ростовых и цветочных почек будущего года. Регенеративные побеги достигают 60–200 см в длину, в несколько раз превышая длину вегетативных, что, возможно, связано с разными механизмами действия

фитогормонов. Средняя высота вегетативных побегов – 140 мм, регенеративных – 800 мм.

Примерная дата начала роста однолетних вегетативных побегов 15 мая, рост регенеративных побегов начинается примерно на 20 дней позже – 06 июня. Дата окончания роста вегетативных побегов приходится примерно на 20 дней раньше – 28 июня, у регенеративных – 18 июля.

Средняя продолжительность апикального и радиального роста однолетних вегетативных и регенеративных побегов до выхода на плато примерно 51 день, у регенеративных побегов – 49 дней, несмотря на то, что регенеративные побеги начинают расти на 30 дней позже, они так же, как и вегетативные побеги, имеют примерно такую же среднюю продолжительность роста, за которую успевают полностью сформироваться.

Рост регенеративных побегов в апикальном и радиальном направлении останавливается практически в одно и то же время. Средняя продолжительность фаз по высоте и диаметру одинакова: I фаза – примерно 14 дней, II фаза – примерно 33 дня. При прекращении апикального роста у вегетативных побегов радиальный рост не останавливается, т. е. существует разница между продолжительностью фаз роста по высоте и по диаметру. Количество участков кривой (фаз) для обоих типов побегов одинаково: I фаза – активный рост, II фаза – снижение скорости роста, III фаза – выход на плато и полная остановка роста.

Рост диаметра регенеративных побегов прекращается в одно и то же время с прекращением роста высоты, т. е. средняя продолжительность фаз по высоте и диаметру примерно одинакова: I фаза – около 14 дней, II фаза – примерно 33 дня. Для вегетативных побегов характерно продолжение роста диаметра после прекращения роста в высоту, т. е. существует разница между продолжительностью фаз между высотой и диаметром. I фаза активного роста побега в высоту длится около 22 дней, примерно на 8 дней дольше, чем I фаза активного роста побега по диаметру – около 14 дней. II фаза характеризуется постепенным снижением активности роста побега по высоте и длится около 29 дней, что примерно на 8 дней короче этой же фазы роста побега по диаметру (около 37 дней).

История интродукции и свойства *Forsythia*

Форзиция довольно широко используется в озеленении городов Европы. Весной цветущую форзицию можно встретить в Лондоне, Берлине или Париже, форзиция украшает парки и скверы. Наибольшее распространение в европейских садах и парках получил гибрид форзиции европейской (*Forsythia* × *intermedia*) – единственный вид форзиции родом из Европы, он был описан лишь в 1897 г. Сам вид форзиции европейской редко используется в качестве декоративного кустарника. В южных регионах выращивают гибрид форзиции европейской и форзиции джиральда

(*Forsythia giraladiana*). В зонах с умеренным климатом выращивают форзицию яйцевидную, а также в районах с более суровыми зимами приживается и форзиция свисающая (*Forsythia suspensa*). Форзиция промежуточная (*Forsythia* × *intermedia*) очень распространена в Западной Европе, была получена в результате скрещивания темно-зеленой и свисающей.

В монографии М. С. Александровой есть подробное описание данного вида, агротехника выращивания и т. д., где указывается начало существования форзиции в культуре в России с 1917 г. [8].

В 1965 г. упоминание о форзиции и ее различных видах приводится в издании З. С. Луневой. В справочнике дается информация о выращивании декоративных деревьев и кустарников для озеленения городов средней полосы европейской части РСФСР. Таким образом, в середине прошлого века эта информация была актуальна для городов европейской части [9].

Позже, в 1974 г., в работе А. И. Колесникова детально рассматриваются декоративные свойства деревьев и кустарников, которые используются или должны найти применение в озеленении населенных мест Советского Союза. Кроме описания распространенных в садах и парках местных древесных пород, описываются и экзотические виды, среди которых упоминаются различные виды форзиции. По данным А. И. Колесникова, в СССР в культуру входит 4 вида: форзиция европейская; форзиция

пониклая; форзиция темно-зеленая; форзиция промежуточная. Все перечисленные виды теплолюбивы, в основном имеют распространение и рекомендованы к применению в южных районах СССР [3].

В 60-х годах XX в. при описании красивоцветущих деревьев и кустарников Урала специалистами в области озеленения З. В. Горчаковской и А. М. Степановой вид форзиции не упоминается [10]. В конце XX в. Семкиной Л. А. и др. проводилось обследование насаждений в центральной части г. Екатеринбурга и определение встречаемости различных видов. Из 42 видов встретившихся кустарников форзиция яйцевидная или другие представители этого вида не были обнаружены. Публикация статьи произведена в 1991 г., таким образом, можно утверждать, что в центральной части г. Екатеринбурга, на частных участках и в озеленении города в целом в этот период данный вид не использовался [11].

Коллекция форзиций в Ботаническом саду УрО РАН была заложена в 1988–1990 гг. (4 вида форзиций). В 1991 г. форзиция яйцевидная рекомендуется для выращивания на Среднем Урале для 3-го и 4-го районов, т. е. для Восточно-Уральского и Западно-Уральского районов, однако отмечено, что в озеленении она все еще отсутствует.

Я. В. Мезенина в своей статье указывает, что при формировании ассортимента видов для озеленения Красноярска форзиция яйцевидная включена в ассорти-

мент кустарников как перспективный вид [12].

Климатические условия Среднего Урала неблагоприятны для большинства видов форзиции. Лучше всего культивируется форзиция яйцевидная, так как она оказалась наиболее приспособленной к суровым условиям.

Для успешного роста в средней зоне нашей страны необходимо высаживать форзиции в защищенном месте, на участках, обращенных на юг, почвы должны быть свежими, нейтральными или щелочными, для чего под форзиции вносят известь.

Лучше всего произрастает на легких, слегка щелочных почвах и не выносит слишком кислых, тяжелых и сырых. Хорошо относится к известкованию, поэтому при посадке в кислую почву добавляют 300–400 г гашеной извести или 200 г золы в яму [13].

Размножают форзиции на юге семенами, на Среднем Урале размножение может осуществляться только с помощью черенков, отпрысков и отводок, так как в таких климатических условиях семена вызревают плохо. Одревесневшие черенки хорошо укореняются на легких и свежих почвах [8]. Максимальный выход укоренившихся зеленых черенков получается, если черенки берут с активно растущих побегов, ярко-зеленых сверху. На таких побегах еще малозаметны чечевички. Ориентировочные сроки зеленого черенкования – начало июня. Форзиции можно прививать, как сирень, на бирючину.

По типу обрезки форзиция относится ко 2 группе. Данная группа включает листопадные кустарники, которые формируют цветки на прошлогодних приростах. Представители этой группы цветут либо в самом начале лета, либо, как в нашем случае, весной. Не стоит проводить обрезку ранней весной и осенью; обрезку ветвей необходимо проводить сразу после цветения для того, чтобы растение успело сформировать новые побеги и зацвело на будущий год [6]. Для хорошего и обильного цветения необходимо удалять старые и сухие побеги, после цветения проводить сильную стрижку кустарника. Для придания пышной и округлой формы, а также поддержания оптимальной высоты и провоцирования появления новых сильных побегов необходимо укорачивать отцветшие вытянувшиеся ветки до сильной почки. При сильном разрастании куста можно применить обрезку «на пенёк» – форзиция имеет способность быстрого восстановления кроны.

Рекомендуется для широкого использования в садах и парках в качестве ценного декоративного кустарника, для придания яркого контраста, характеризуется ранним цветением и нарядным осенним окрашиванием листвы. Форзиция хорошо смотрится не только в одиночной или групповой посадке, но также и в составе сложных композиций. Ее можно высаживать на заднем плане в миксбордере, на склонах, использовать в качестве живой изгороди [6]. Золотисто-желтые

цветы, появляющиеся на безлистных ветвях форзиции, очень декоративно смотрятся на фоне темных хвойных.

Кроме форзиции яйцевидной, необходимо обратить внимание на следующие виды и гибриды:

Meadowlark – это гибрид форзиции яйцевидной и европейской, представлен Университетом штата Северная Дакота, Государственным университетом Южной Дакоты и дендрарием Арнольда в 1986 г., с ярко-желтыми цветами и отличной цветостойкостью бутонов. Он может вырасти довольно большим (13 × 15 футов в высоту и ширину), если не подрезать [5];

«Северное золото» – гибрид корейской и европейской форзиции (*Forsythia ovata* × *Forsythia europaea*), считается особенно зимостойким; это канадское введение, с вертикальным ростом и высотой 2,5 м и отдельными или группами золотисто-желтыми цветками, хорошая цветостойкость бутона [5];

«Северное солнце» – это гибрид форзиции яйцевидной и европейской со средними желтыми цветами из Университета Миннесоты с хорошим цветочным зародышем [5];

форзиция свисающая – это еще один вид, более приспособленный к суровым климатическим условиям, также может быть рекомендован для использования в озеленении на Среднем Урале. Длинные и гибкие ветви форзиции свисающей могут быть использованы в качестве ограждения. Ее цветение

может быть менее богатым, чем у других красивоцветущих кустарников. Растение подходит для стен, ориентированных на восток и запад. Используются такие декоративные формы, как *Forsythia suspensa* var. *Fortune*, f. s. «Nymans» [4].

Форзиция европейская часто повреждается неблагоприятными условиями зимнего периода, что ослабляет растения и снижает степень их цветения. Этот вид и его гибриды можно рекомендовать только для выращивания в частных коллекциях, дендрариях и ботанических садах.

Выводы

1. Исходя из проведенных исследований, выявлено, что показатели форзиции яйцевидной имеют примерно одинаковую среднюю продолжительность роста и развития побегов: для вегетативных – примерно 51 день, для регенеративных – 49 дней, несмотря на то, что регенеративные побеги вступают в рост примерно на 30 дней позже, они успевают полностью сформироваться за тот же отрезок времени, что и вегетативные побеги.

2. Для однолетних вегетативных и регенеративных побегов характерно одинаковое количество фаз апикального и радиального роста: I фаза – активный рост, II фаза – снижение скорости роста, III фаза – выход на плато и полная остановка роста.

3. В работе показано, что форзиция яйцевидная обладает ценными декоративными

качествами для использования ее в озеленении на Среднем Урале. Ее главные особенности – это раскидистая форма кроны, ран-

ний срок цветения (до начала облиствения), она обладает высокой зимостойкостью, быстрым ростом и засухоустойчивостью.

Данный кустарник может выступать в качестве живой изгороди, как солитер или участвовать в группах.

Библиографический список

1. Дмитриева О. В. Проблемы современного ассортимента для озеленения г. Москвы // Лесн. вестник. – 2000. – № 5. – С. 90–93. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9306480> (Дата обращения: 05.04.2020).
2. Семкина Л. А. Внутривидовая изменчивость и популяционная экология древесных растений в связи с интродукцией : специальность 03.00.05 «Ботаника», 03.0031 «Интродукция и акклиматизация» : дис. ... д-ра биол. наук / Семкина Лидия Александровна ; Центральный Сибирский Ботанический сад СО РАН. – Новосибирск, 2000. – 315 с.
3. Колесников А. И. Декоративная дендрология. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Лесн. пром-сть, 1974. – 704 с.
4. Папышева А. В., Мизгирева И. Д. Интродукция форзиции яйцевидной (*forsythia ovata nakai*) на Среднем Урале // Естественные и математические науки в современном мире. – 2015. – № 36–37. – С. 117–122. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25009031> (Дата обращения: 05.04.2020).
5. Klaas T. Noordhuis 700 arbres et plantes de jardin. – Paris: Grund, Paris, 1996.
6. Forsythia, Forsythia spp. // University of Wisconsin – Madison. – URL: <https://wimastergardener.org/article/forsythia-forsythia-spp/> (accessed: 02.29.2020).
7. Цветок или нож : правила обрезки // Сад своими руками. – 2013. – № 3. – С. 50–52.
8. Александрова М. С. Аристократы сада: красивоцветущие кустарники. – М. : Фитон+, 1999. – 191 с.
9. Лунева З. С., Судакова Е. А., Попов В. А. Выращивание саженцев декоративных деревьев и кустарников : для озеленения городов средней полосы европейской части РСФСР) / Акад. коммун. хозяйства им. К. Д. Памфилова. – М. : Стройиздат, 1965. – 172 с.
10. Горчаковская З. В., Степанова А. М. Красивоцветущие деревья и кустарники // Озеленение городов : сб. науч. тр. – Свердловск, 1964. – С. 48–53.
11. Семкина Л. А., Макарова О. Б., Яковлева С. В. Состояние зеленых насаждений в г. Свердловске и на некоторых промышленных предприятиях // Экология и интродукция растений на Урале. – Свердловск, 1991. – С. 81–94.
12. Перспективный ассортимент древесных пород для озеленения города Красноярска / Я. В. Мезенина, Д. А. Выходцева, А. А. Матросова, О. М. Ступакова // Технологии и оборудования садово-паркового и ландшафтного строительства. – Красноярск : СибГУ, 2020. – С. 319–321.
13. Рябинина Л. С. Декоративный сад. – Челябинск : Сад и огород : Челябинский Дом печати, 2012. – 157 с.

Bibliography

1. Dmitrieva O. V. Problems of the modern assortment for landscaping of Moscow // Forest Bulletin. – 2000. – № 5. – P. 90–93. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9306480> (Date accessed: 05.05.2020).
2. Semkina L. A. Intraspecific variability and population ecology of woody plants in connection with introduction: specialty 03.00.05 «Botany», 03.0031 «Introduction and acclimatization»: dissertation for the degree of Doctor of Biological Sciences / Lidia Semkina; Central Siberian Botanical Garden SB RAS. – Novosibirsk, 2000. – 315 p.
3. Kolesnikov A. I. Decorative dendrology. – 2nd ed., Rev. and add. – Moscow : Forest industry, 1974. – 704 p.

4. Papisheva A. V., Mizgireva I. D. Introduction of forsythia ovata (forsythia ovata nakai) in the Middle Urals // Natural and mathematical sciences in the modern world. – 2015. – № 36–37. – P. 117–122. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25009031> (Date of access: 05.04.2020).
 5. Klaas T. Noordhuis 700 arbres et plantes de jardin. – Paris: Grund, Paris, 1996.
 6. Forsythia, Forsythia spp. // University of Wisconsin – Madison. – URL: <https://wimastergardener.org/article/forsythia-forsythia-spp/> (accessed: 02.29.2020).
 7. Flower or knife: pruning rules // DIY garden. – 2013. – № 3. – P. 50–52.
 8. Alexandrova M. S. Aristocrats of the garden: flowering shrubs. – Moscow : Fiton +, 1999. – 191 p.
 9. Luneva Z. S., Sudakova E. A., Popov V. A. Cultivation of seedlings of decorative trees and shrubs : for landscaping urban environments. stripes of Europe. parts of the RSFSR) / Acad. communes. farm them. K. D. Pamfilova. – Moscow : Stroyizdat, 1965. – 172 p.
 10. Gorchakovskaya Z. V., Stepanova A. M. Beautifully flowering trees and shrubs // Greening of cities: collection of scientific papers. – Sverdlovsk, 1964. – P. 48–53.
 11. Semkina L. A., Makarova O. B., Yakovleva S. V. The state of green spaces in the city of Sverdlovsk and some industrial enterprises // Ecology and introduction of plants in the Urals. – Sverdlovsk, 1991. – P. 81–94.
 12. A promising assortment of tree species for landscaping the city of Krasnoyarsk / Ya. V. Mezenina, D. A. Vykhodtseva, A. A. Matrosova, O. M. Stupakova // Technologies and equipment for landscape gardening construction. – Krasnoyarsk : Siberian State University, 2020. – P. 319–321.
 13. Ryabinina L. S. Ornamental garden. – Chelyabinsk : Garden : Chelyabinsk Press House, 2012. – 157 p.
-

УДК 630*91 378.2. 004.22

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕСНОМ БИЗНЕСЕ

О. А. КАРАСЕВА – старший преподаватель,
кафедра прикладной информатики*
e-mail: Olga-Karaseva@ yandex.ru;

Т. В. МАЛКОВА – старший преподаватель,
кафедра прикладной информатики, магистрант*
e-mail: malktat@yandex.ru

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 36

Ключевые слова: информационные технологии, документы для тендера, арендатор, лесной бизнес, базы данных, MS Access, 1С Предприятие.

В настоящее время информационные технологии широко используются в деятельности организаций разного профиля. Значительное количество современных информационных и коммуникационных технологий являются инструментами инфраструктуры цифровой экономики. Внедрение цифровых форм работы в экономике (выработка, распределение, обмен, употребление и затем утилизация товарных продуктов и услуг) даёт выгоду и мелким и крупным фирмам, странам и каждому человеку. Повсеместное использование цифровых технологий идёт по всем индустриальным направлениям по всей нашей планете уже почти двадцать лет. Только ранее это было стихийным и бесконтрольным процессом, а сегодня большие фирмы и страны поняли, что необходим чёткий структурный подход к этому вопросу. Выработка с последующей реализацией стратегического плана цифровизации на сегодняшний день

находится в приоритете почти у всех больших фирм практически во всех отраслях экономики. Самые востребованные специалисты должны обладать такими компетенциями, которые позволяют владеть системной инженерией, уметь управлять проектами, командой, работать в высококонкурентной среде. Внедрение информационных технологий в производственные процессы лесного хозяйства позволило повысить производительность и эффективность труда, качество и достоверность выходной информации за счет автоматизации процессов. В настоящее время на рынке существует множество продуктов, удовлетворяющих различные потребности лесной отрасли. В то же время наблюдается потребность в создании специализированных продуктов. Нами предложена оригинальная база данных, созданная в среде MS Access, для работников лесного хозяйства и лесозаготовительных предприятий.

INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE FOREST BUSINESS

O. A. KARASEVA – senior lecturer of the Department of applied Informatics*,
e-mail: Olga-Karaseva@ya.ru

T. V. MALKOVA – senior lecturer of the Department of applied Informatics, master's degree student*
e-mail: malktat@yandex.ru

* FSBEU HE «Ural state forest engineering university»
620100, Russia, Yekaterinburg, Siberian tract, 36

Keywords: *information technologies, the documents for the tender, tenants, forest business, databases, MS Access, 1C Enterprise.*

Currently, information technologies are widely used in the activities of organizations of various profiles. A significant number of today's information and communication technologies are tools for the infrastructure of the digital economy. The introduction of digital forms of work in the economy (production, distribution, exchange, use and then disposal of commodity products and services) benefits both small and large firms, countries and everyone. The widespread use of digital technologies has been going on in all industrial areas throughout our planet for almost twenty years. Only earlier it was a spontaneous and uncontrolled process, but today large firms and countries have realized that a clear structural approach to this issue is necessary. The development and subsequent implementation of a strategic plan for digitalization is currently a priority for almost all large firms in almost all sectors of the economy. The most sought-after specialists should possess such competencies that allow them to master system engineering, be able to manage projects, teams, and work in a highly competitive environment. The introduction of information technologies in the production processes of forestry has allowed to increase productivity and labor efficiency, the quality and reliability of output information by automating processes. Currently, there are many products on the market that meet the various needs of the forest industry. At the same time, there is a need to create specialized products. We have proposed an original database created in the MS Access environment for employees of forestry and logging enterprises.

Введение

В течение длительного времени Россия является важным поставщиком лесных ресурсов на мировом рынке. Леса всегда признавались важным богатством нашей страны. До сих пор дре-

весина активно используется и ценится в качестве одного из самых экологических строительных материалов. В современном мире наблюдаются активные процессы информатизации различных отраслей народного хозяйства.

Благодаря информационным технологиям повышается производительность труда, упрощаются и ускоряются многие операции, оптимизируются трудозатраты [1, 2]. Информатизация также наблюдается и в лесном хозяйстве.

Цель, задача, методика и объекты исследования

Цель работы состоит в анализе использования различных информационных продуктов в деятельности предприятий лесного профиля и предложении решений для повышения информатизации лесного хозяйства Российской Федерации.

Результаты исследования и их обсуждение

На различных уровнях работ в лесном хозяйстве, у арендаторов, лесоустроителей, проектировщиков, непосредственно лесозаготовителей и в практику плотно вошло применение геоинформационных систем (ГИС), которые в значительной степени позволяют упрощать работы с картографическим материалом и электронными базами [3]. К сожалению, потенциал использования данного вида информационных продуктов реализован не в полной мере, хотя отмечается тенденция распространения таких программ [4]. Рынок в достаточной мере насыщен ГИС программами, самыми известными и популярными из которых являются ArcGIS, Marinfo Pro. Данные программные продукты постоянно обновляются и улучшаются разработчиками.

Система программ 1С: Предприятие 8.3 включает платформу и прикладные решения, разработанные на ее основе для автоматизации деятельности предприятия и частных лиц [5].

Состав прикладных механизмов 1С: Предприятие 8.3 ориен-

тирован на решение задач автоматизации учета и управления предприятием. Использование проблемно ориентированных объектов позволяет разработчику решать самый широкий круг задач складского, бухгалтерского, управленческого учета, расчета зарплаты, анализа данных и управления на уровне бизнес-процессов.

В 1С: Предприятие 8.3 реализован современный дизайн интерфейса и повышена комфортность работы пользователя при работе с системой в течение длительного времени. Интерфейс системы спроектирован с учетом необходимости массового ввода информации (в том числе с использованием клавиатуры), а также с учетом менее опытных пользователей. Дизайн интерфейса разработан таким образом, чтобы снизить утомляемость пользователей при длительной работе с системой.

Администратору прикладного решения предоставляются широкие возможности для управления работой пользователей и контроля действий, которые они выполняют. Также система 1С: Предприятие 8.3 предоставляет развитые механизмы обновления прикладного решения с использованием различных протоколов обмена данными, в том числе через Интернет.

Весьма активным является применение технологической платформы 1С: Предприятие 8.3. Она содержит средство разработки, с помощью которого создаются новые или изменяются существующие прикладные

решения. Это средство разработки называется «конфигуратор». Так как он включен в стандартную поставку 1С: Предприятие 8.3, то пользователь может самостоятельно разработать или модифицировать прикладное решение (адаптировать его под себя), возможно, с привлечением посторонних специалистов.

Создание бизнес-процесса в 1С «Закупка» позволяет полностью автоматизировать документооборот между сотрудниками лесничества и арендаторами, что дает качество и быстродействие. Для этого строится карта маршрута, представленная на рис. 1.

Подключение модуля 1С. Отчетность с электронно-цифровой подписью позволяет полностью автоматизировать весь документооборот с налоговыми органами.

Масштаб современной цифровой экономики требует создания корпоративных информационных систем, предназначенных для решения большого круга задач на больших предприятиях.

Разработка и проектирование автоматизированного рабочего места главного специалиста лесозаготовительного предприятия на основании системы управления базами данных – это тот инструмент, который позволяет повысить производительность и эффективность труда, качество и достоверность выходной информации за счет автоматизации процесса подготовки документов для работы с арендаторами.

Достоинство такой системы заключается в следующем:

- 1) автоматизация процесса обработки входной и формирования выходной документации;
- 2) концентрация всей информации в одном месте;
- 3) сокращение времени на обработку информации;
- 4) обеспечение надежности хранения информации;
- 5) формирование отчетности о движении информации по запросам.

На специалистов предприятий лесозаготовительного профиля, а также на сотрудников лесничеств возложены обязанности ведения большого количества бумажной документации, часть которой состоит из документов с повторяющейся или не сильно изменяющейся содержательной частью. В то же время как внутренняя, так и внешняя переписка отнимает достаточно большое количество времени в сравнении с электронными

средствами передачи текстовой информации [2].

Поэтому, по нашему мнению, необходима оптимизация рабочих процессов. Переход на новый вид работы с использованием специализированных компьютерных программ позволит ускорить процессы деятельности не только внутри организации, но и существенно сократит время ожидания результатов конечных пользователей (арендаторов). Поэтому возникает потребность

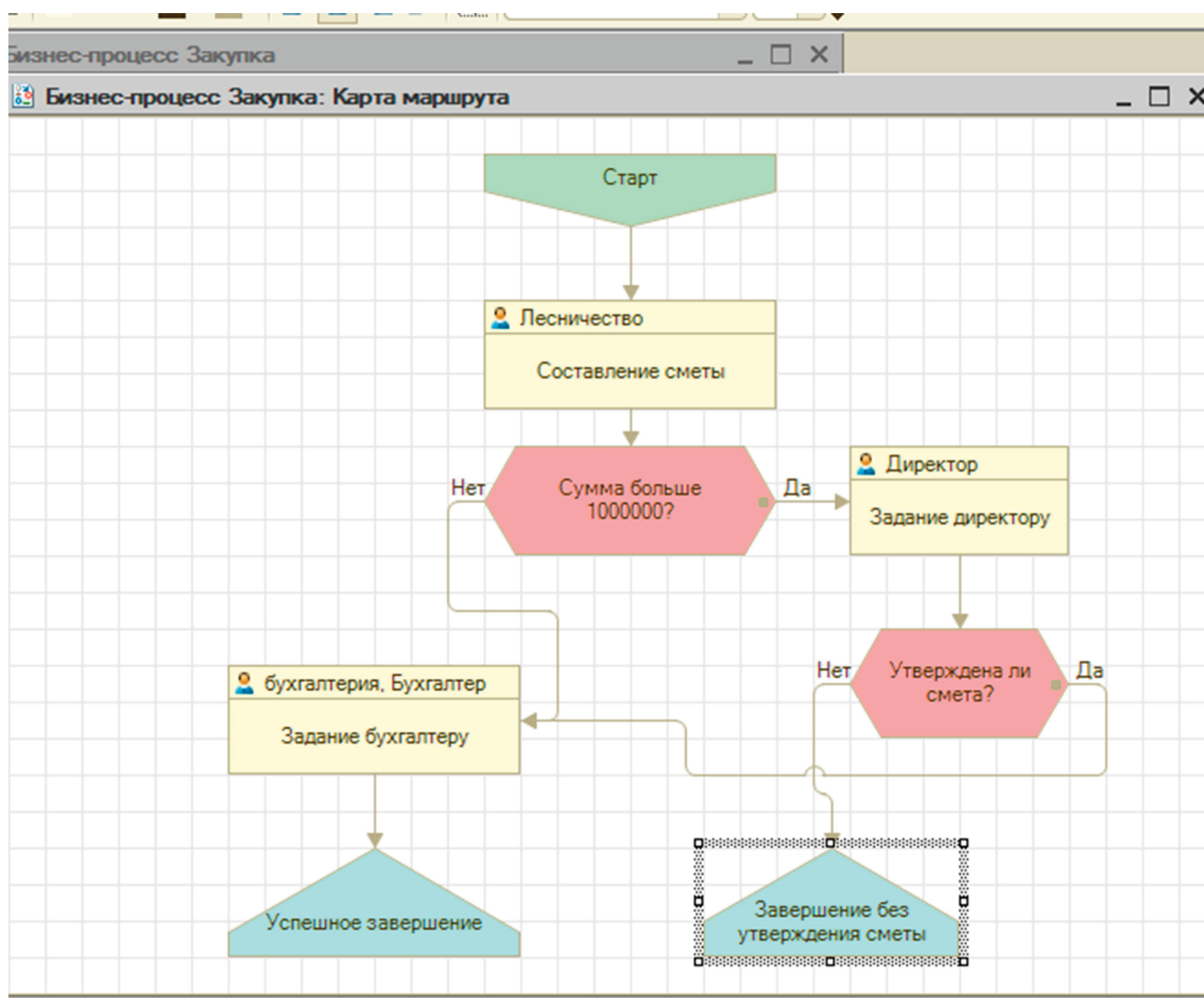


Рис.1. Построение карты маршрута
Fig. 1. Building a route map

разработать программное обеспечение, в котором будет учитываться специфика работы специалиста по лесопользованию.

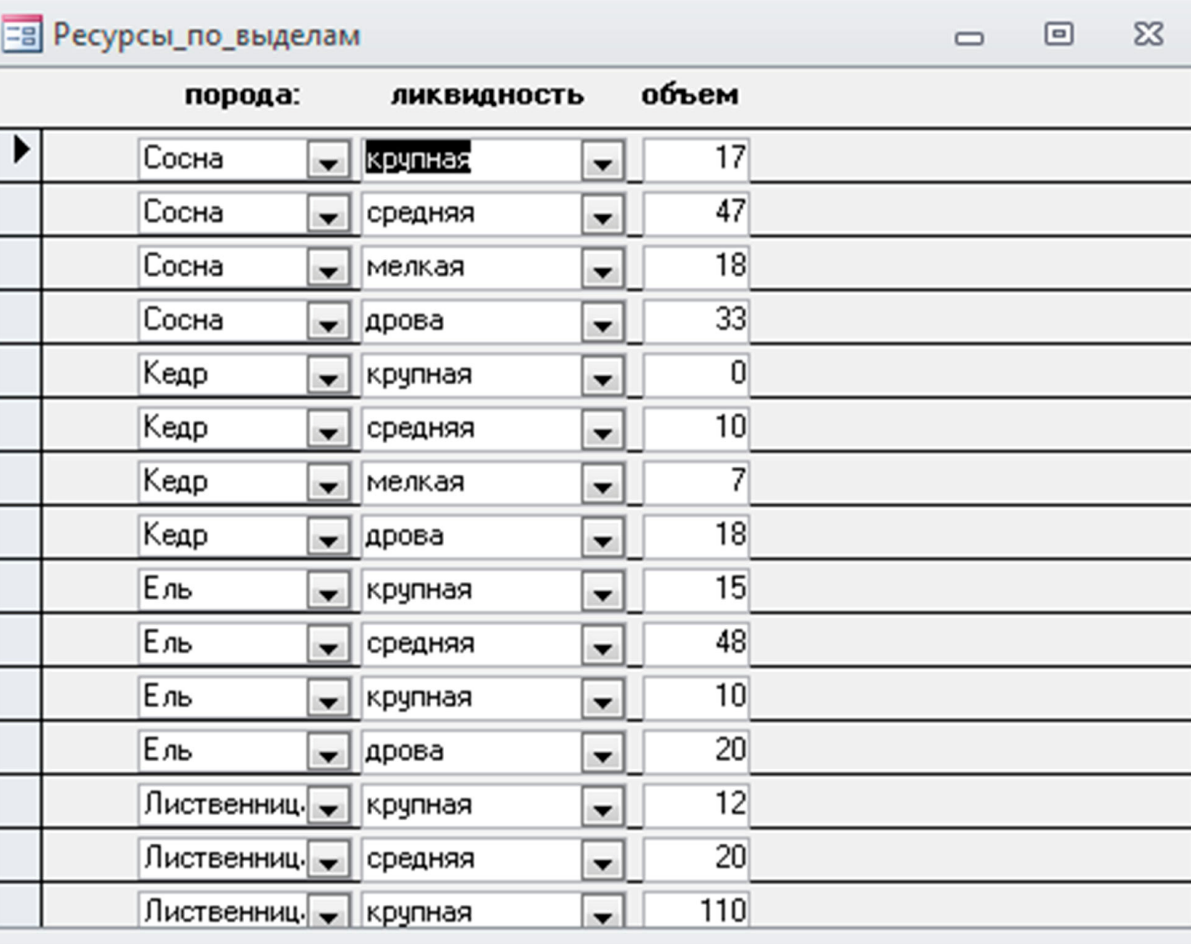
Такая информационная система была создана в качестве дипломного проекта выпускницы заочной формы обучения кафедры прикладной информатики УГЛТУ, имеющей непосредственное отношение к данной предметной области.

База данных для работы специалиста лесопользования создавалась на основе личного опыта работы в данной сфере

с учетом всех пожеланий и предложений. Разрабатывался удобный для пользователя интерфейс, определялось, какая информация должна храниться в базе, какие входные и выходные документы должны быть в ней. База данных создана в среде MS Access. На рис. 2–4 представлены фрагменты интерфейса к созданной базе данных.

Программный продукт является узкопрофильным. Преимуществом базы является то, что работать с ней может любой человек, имеющий начальные на-

выки работы с ПК, так как она не требует дополнительных знаний для пользования, имеет простой удобный интерфейс, позволяет найти нужную точную информацию. Кроме того, создание такого программного продукта выпускником кафедры информационных технологий (ныне кафедрой прикладной информатики) преследовало главную цель – отразить приобретенные в процессе обучения профессиональные компетенции выпускника.



| порода: | ликвидность | объем |
|-------------|-------------|-------|
| Сосна | крупная | 17 |
| Сосна | средняя | 47 |
| Сосна | мелкая | 18 |
| Сосна | дрова | 33 |
| Кедр | крупная | 0 |
| Кедр | средняя | 10 |
| Кедр | мелкая | 7 |
| Кедр | дрова | 18 |
| Ель | крупная | 15 |
| Ель | средняя | 48 |
| Ель | крупная | 10 |
| Ель | дрова | 20 |
| Лиственниц. | крупная | 12 |
| Лиственниц. | средняя | 20 |
| Лиственниц. | крупная | 110 |

Рис. 2. Ресурс конкретного выдела
Fig. 2. Resource specific allocation

Участок лесничества_Ресурсы

Материально-денежная оценка лесосеки

Участковое лесничество:

Название участка:

Номер квартала:

Номер выдела:

Разряд_такс:

Просмотр карточки АЕ

| порода: | ликвидность | объем |
|---------|-------------|-------|
| Сосна | крупная | 17 |
| Сосна | средняя | 47 |
| Сосна | мелкая | 18 |
| Сосна | дрова | 33 |
| Кедр | средняя | 20 |
| * | | |

Запись: 14 < 1 из 10 > Нет фильтра Поиск

Закреть форму
Распечатать справку МДО
Создать карточку АЕ

Рис. 3. Информация об участке лесничества

Fig. 3. Information about the forestry site

Участок-квартал-выдел ЗапросДля АЕ

| порода | ликвидность | объем |
|-------------|-------------|-------|
| Сосна | средняя | 47 |
| Сосна | мелкая | 18 |
| Сосна | дрова | 33 |
| Сосна | крупная | 17 |
| Кедр | дрова | 18 |
| Кедр | средняя | 20 |
| Кедр | крупная | 0 |
| Кедр | средняя | 10 |
| Кедр | мелкая | 7 |
| Ель | средняя | 48 |
| Ель | крупная | 10 |
| Ель | дрова | 20 |
| Ель | крупная | 15 |
| Лиственница | крупная | 12 |
| Лиственница | крупная | 12 |
| Лиственница | средняя | 20 |
| Лиственница | крупная | 110 |

Всего кбм

Запись: 14 < 1 из 17 > Нет фильтра Поиск

Рис. 4. Информация о ресурсах выдела

Fig. 4. Information about allotment resources

Выводы

1. Применение информационных технологий в области лесного хозяйства позволяет своевременно и оперативно готовить документы, повышать скорость документооборота и оптимизировать рабочие процессы.
2. В настоящее время идёт процесс информатизации лесного хозяйства.
3. Существуют некоторые сферы, нуждающиеся в разработке дополнительного программного обеспечения.
4. Нами была предложена информационная система, разработанная на кафедре информационных технологий УГЛТУ, в качестве способа решения проблемы создания автоматизированного рабочего места работника предприятия лесного профиля.

Библиографический список

1. Системный анализ корпоративных информационных систем в экономике : учеб. пособие / Т. С. Крайнова, Е. В. Анянова, А. В. Новоселов, М. П. Воронов. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – 93 с.
2. Карасева О. А. Управление проектами : учеб. пособие. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – 99 с.
3. Чермных А. И., Оплетев А. С. Анализ поведельной геобазы с использованием SQL-запросов для определения статистически достоверной информации на примере ГИС MapInfo // Леса России и хоз-во в них. – №. 1 (44). – 2013. – С. 53–54.
4. Бернштейн Ю. Б. Мир в зеркале ГИС // Наука из первых рук. – №. 1 (49). – 2013. – С. 44–49.
5. Скороварова Э. В. Интеграция «1С» в основные образовательные в рамках акции «Программировать с „1С“ – Легкий старт!» // Новые информационные технологии в образовании : сб. науч. тр. 18-й Междунар. науч.-практ. конф. – М., 2018. – С. 312–314.

Bibliography

1. System analysis of corporate information systems in Economics: Textbook / T. S. Kraynova, E. V. Anyanova, A. V. Novoselov, M. P. Voronov. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering. Univ., 2019. – 93 p.
2. Karaseva O. A. project Management: textbook. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering. UN-t, 2019. – 99 p.
- 3/ Chermnykh A. I., Opletaev A. S. Analysis of the separated geobase using SQL queries to determine statistically reliable information on the example of GIS MapInfo // Forests of Russia and agriculture in them. – №. 1 (44). – 2013. – P. 53–54.
4. Bernstein Yu. B. The World in the GIS mirror // Science at first hand. – №. 1 (49). – 2013. – P. 44–49.
5. Skorovarova E. V. Integration of 1C into the main educational ones within the framework of the campaign «Programming with 1C – an easy start!» // New information technologies in education // Collection of scientific papers of the 18th international scientific and practical conference. – Moscow, 2018. – P. 312–314.

УДК 630.164.3:630.176.232.1

СПОСОБ МИНИМИЗАЦИИ КОЛИЧЕСТВА КОРНЕВЫХ ОТПРЫСКОВ ОСИНЫ

А. С. ОПЛЕТАЕВ – кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры лесоводства*
ORCID 0000-0003-2602-6527

С. В. ЗАЛЕСОВ – доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, заведующий кафедрой лесоводства*
e-mail: zalesov@usfeu.ru
ORCID 0000-0003-3779-410X

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,
тел. 8(343) 254-63-24

Ключевые слова: рубки, лесовозобновление, подрост, корневые отпрыски, поросль от пня, смена пород, арборициды, осина (*Populus tremula* L.).

Доминирование в практике лесопользования сплошнолесосечных рубок обусловило массовую смену коренных хвойных насаждений на производные мягколиственные. Одной из причин смены пород является активное вегетативное возобновление мягколиственных пород. Так, береза после проведения рубок возобновляется порослью от пня, а осина – корневыми отпрысками.

В целях минимизации количества корневых отпрысков осины разработано несколько способов механического и химического ее подсушивания. Однако окольцовывание деревьев механическим способом весьма трудоемко. Последнее относится и к внесению арборицида в поранения, сделанные в коре дерева по периметру ствола. Нанесение арборицида на пень также трудновыполнимо, поскольку эффективность обработки зависит от оперативности, т. е. периода времени между спиливанием дерева и нанесением арборицида.

Предложен оригинальный способ нанесения арборицида на пень спиливаемого дерева в процессе пиления. Для этого в бачок для масла, предназначенного для смазывания пильной цепи, заливается арборицид. Из бачка полученный раствор поступает на пильную цепь. Поскольку при спиливании дерева смесь масла и арборицида отбрасывается пильной цепью, происходит автоматическое нанесение ее на поверхность пня.

Способ позволяет, не снижая производительности труда на валке, обеспечить обработку пней мягколиственных древесных пород арборицидом, что в конечном счете приводит к отмиранию корней и резкому сокращению поросли от пня и корневых отпрысков. Способ прошел экспериментальную проверку и запатентован как «Способ внесения арборицида при валке деревьев мягколиственных пород» (патент на изобретение № 2566443).

THE METHOD OF ROOT SPRINGS NUMBER MINIMIZING

A. S. OPLETAEV – cand. of agris sciences, dozent of the forestry chair*
ORCID 0000-0003-2602-6527

S. V. ZALESOV – doct. of agris sciences, prof. head of the forestry chair*
e-mail: zalesovsv@m.usfeu.ru
ORCID 0000-0003-3779-410X

* FSBEI HE «Ural state forest engineering university»
620100, Russia, Yekaterinburg, Siberian tract, 37,
phone: (343) 254-63-24

Keywords: felling, reforestation, undergrowth, root off-springs, stem off-springs, species change, oboricides, aspen (*Populus tremula* L.).

The dominance in the practice of forest management of clear-cutting caused a massive change in the primary coniferous stands on the derived sottleaved. One of the reasons for the change of species is the active negative renewal of soft deciduous. So the birch after felling resumes the growth from stumps, but aspen-with root offsprings.

In order to minimize the number of aspen root offsprings several methods for its mechanical and chemical drying have been developed. However, ringing trees mechanically is very time-consuming. The latter also applies to the introducing. The latter also applies to the introducing of arboricides into wounds made in the cork of wood around the perimeter of the trunk application of arboricide to the stem is difficult as well, since the processing efficiency depends on operativeness, i.e. the period of time between sawing a tree and applying arboricide.

An original method of arboricide application to the stem of sawed tree in the process of tree sawing has been proposed. For this an arboricide is poured into the oil tank intended for lubrication of the saw chain. From the tank, the resulting solution enters the saw chain. Since, when cutting the tree the mixture of oil and arboricide is discarded by the saw chain, it is automatically applied the surface of the stump.

The method allows, without reducing the labour productivity on the roll, to ensure the processing the stump of softwood species with arboricides, that results in roots death and sharp reduction of underbrush beside the stump as well as root offsprings. The method has been tested experimentally and patented as «the method of arboricide applying when softwood trees felling (patent for the invention № 2566443).

Введение

Одной из причин массовой смены пород после проведения сплошнолесосечных рубок является высокая способность осины и березы к вегетативному лесовозобновлению. Поскольку в практике лесопользования ширина лесосек сплошной рубки спелых и перестойных лесных насаждений чаще всего превышает 300 м, возможность налета семян от стены леса резко сокращается. В то же время экспериментально доказано, что наличие даже 4 экз. осины в пересчете на 1 га обеспечивает появление более 150 тыс. корневых отпрысков [1–3]. Другими словами, на месте коренных еловых насаждений после сплошнолесосечных рубок формируются устойчиво-производные осинники. Проблема усугубляется тем, что появляющиеся корневые отпрыски осины наследуют от материнских деревьев корневые гнили, поскольку форми-

руются от их корневых систем, а следовательно, молодые осинники характеризуются низкой товарностью [4, 5].

Для минимизации опасности смены коренных еловых насаждений на производные осинники применяются такие способы, как подсушивание осин за 2–3 года до поступления в рубку [6, 7]. Способ заключается в окольцовывании деревьев в весенний период с целью прекращения подачи воды и минеральных веществ из почвы в крону дерева. Способ прошел длительную проверку и хорошо зарекомендовал себя на практике. Однако он очень трудоемок, что вызвало необходимость поиска других способов подсушивания осины за 2–3 года до рубки. Ф. Н. Дружинин [8] рекомендовал для этого нанесение на ствол дерева двух параллельных подпиллов бензиномоторной пилой по периметру ствола. При этом прерывается подача воды в кроны дерева, а последнее

остается на корню до проведения рубок спелых и перестойных насаждений. Способ позволяет добиться желаемого результата, но также характеризуется высокой трудоемкостью. Кроме того, при наличии значительного количества относительно тонких деревьев осины он трудно реализуем и вызывает опасность слома деревьев ветром и захламления лесосеки.

В последние годы для подсушивания деревьев лиственных пород все чаще применяются химические вещества – арборициды. Использование арборицидов, точнее инъекция в ствол дерева или нанесение на пень только что срубленного дерева, приводит к последующему его усыханию вместе с корневой системой, а следовательно, минимизации появления корневых отпрысков или пневой поросли. К сожалению, несмотря на простоту выполнения, инъекция арборицида под кору дерева является

трудновыполнимой операцией, поскольку насечки нужно выполнять через каждые 10–15 см по периметру ствола. Кроме того, достаточно сложно контролировать выполнение работ, поскольку они проводятся на лесосеке за 2–3 года до проведения рубок спелых и перестойных лесных насаждений.

Нанесение арборицида на пень спиленного дерева также связано с определенными сложностями. Максимальный эффект при этом достигается сразу после спиливания дерева, пока верхняя часть пня не подсохла. Однако последнее противоречит правилам техники безопасности, поскольку между вальщиком или валочной машиной и работающими на лесосеке должно быть расстояние не менее 50 м, т.е. защитная полоса. За период с момента валки дерева и нанесения на пень арборицида проходит значительный период времени, что снижает эффективность использования препарата.

Цель и методика исследований

Целью наших исследований являлся поиск способа снижения количества корневых отпрысков осины и пневой поросли березы при проведении сплошнолесосечных рубок спелых и перестойных лесных насаждений.

Исследования проводились на территории Западно-Уральского таежного лесного района Пермского края. Учет корневых отпрысков осуществлялся в соответствии с широко известными методиками [9, 10].

Результаты и обсуждение

Для усыхания, точнее подсушивания, деревьев мягколиственных пород и последующего предотвращения пневой и корневой поросли используются прежде всего такие арборициды, как раундап и арсенал.

Раундап – действующее вещество N-фосфометил-глицин (глифосфат), выпускается в виде 36 %-ного водного раствора, малотоксичен для теплокровных животных. Рекомендуется [6] для борьбы с вегетативным возобновлением осины, березы, ольхи серой.

Препараты глифосата применяются в неразбавленном виде и характеризуются быстрым действием. Усыхание и опадение листвы начинается через 14–20 дней после инъекции и протекают практически одновременно, вызывая равномерное повреждение всей кроны дерева. Одинаково эффективны при инъекциях в течение всего вегетационного периода. При инъекциях в первой половине лета луб лиственных деревьев отмирает в последующий зимний период, а при инъекции во второй половине – только следующей весной. При усыхании более 90 % листвы к концу сезона крона на следующий год не восстанавливается.

При инъекции глифосфата в основание ствола он активно передвигается в корневые системы, препятствуя появлению корневых отпрысков после рубки деревьев.

Арсенал имеет действующее вещество 2-4-изопропил-4-метил-5-оксо-2-имазолин-2-илни-

котиновой кислоты (имазапир). Выпускается в виде 25 %-ного водного раствора. Малотоксичен для теплокровных животных. Рекомендуется для борьбы с вегетативным возобновлением осины, березы, ольхи серой. Характеризуется медленным арборицидным действием. Листья начинают усыхать через 35–45 дней после инъекции. Опадение листвы идет одновременно с усыханием. При инъекции во второй половине вегетационного периода видимых повреждений не наблюдается до осеннего опадения листвы, однако к весне следующего года деревья также отмирают.

Арсенал активно поступает в корневые системы деревьев и эффективно подавляет порослевую способность лиственных пород. Эффективность достигает 98–100 %. Применяется в очень низких дозах, чем превосходит раундап. Рекомендуется применять при разведении с водой в соотношении 1:3 (6 %-ный рабочий раствор).

Параметры, при соблюдении которых достигается отмирание не менее 95 % обработанных деревьев лиственных пород, приведены в таблице. Раундап применяют в неразбавленном виде, арсенал разбавляют водой в целях экономии препарата. Насечки наносят равномерно по периметру ствола. Расстояние между насечками зависит от применяемого арборицида. Реже наносят насечки при инъекции арсенала. В каждую насечку вводится по 1 мл рабочего раствора арборицида. В таблице приведены параметры внесения арборицидов.

Параметры внесения арборицидов
Arboricide application parameters

| Арборицид Name of arboricide | Коэффициент разбавления водой Coefficient dilution water | Расстояние между центрами насечек по диаметру ствола, см The distance between the centers of the notches along the diameter of the barrel, cm |
|---------------------------------|---|--|
| Осина Aspen | | |
| Раундап Roundup | 1:0 | 20 |
| Арсенал Arsenal | 1:3 | 30 |
| Береза Birch | | |
| Раундап Roundup | 1:0 | 20 |
| Арсенал Arsenal | 1:3 | 30 |
| Ольха Alder | | |
| Раундап Roundup | 1:0 | 30 |
| Арсенал Arsenal | 1:3 | 50 |

Примечание. Расход рабочего раствора – 1 мл на насечку, ширина насечки – 4 см, сроки инъекции – июнь-август.

Исследования показали, что для эффективного подавления корнеотпрысковой и порослевой способности лиственных пород важны не только доза, срок инъекции, но и длительность периода до рубки древостоя. Начальные сроки рубки деревьев – не ранее чем через 3–4 месяца после инъекции. Не рекомендуется оставлять обработанные деревья осины на корню более двух лет, а березы и ольхи – более девяти месяцев.

*Способ обработки
арборицидом непосредственно
при валке дерева*

Бензопила Stihl оснащена системой автоматической смазки цепи «Ematic», которая разработана специально для пильных цепей Oilomatic. Данная система обеспечивает направленную по-

дачу смазки, при этом оптимально смазывая цепь и увеличивая срок ее службы.

Для смазки цепей производители бензопил рекомендуют использовать специальные масла, содержащие адгезивные добавки, обеспечивающие удержание масла на цепи. Лесозаготовители нередко заменяют их другими – трансмиссионными или моторными. Масло заливается в бачок одновременно с заправкой топлива.

Соотношение емкостей бачков для топлива и масла подобрано таким образом, чтобы при полной выработке топлива в масляном бачке еще оставалось немного масла.

Для проверки работы системы смазки цепи шину с вращающейся цепью подносят

к какой-нибудь светлой поверхности (свежему срезу, например). Если на поверхности среза появляется след от брызг масла, значит, система работает нормально (рис. 1). Производительность некоторых насосов может изменяться вручную с помощью регулировочного винта.

Потребность цепи в масле различается в зависимости от ситуации. Большая длина распила, твердая сухая древесина и толстая кора нуждаются в повышенном количестве масла. Распилы небольшой длины, мягкая и влажная древесина требуют меньшее количество масла.

*Система смазки цепи
в бензопилах Stihl*

Система непрерывной смазки цепи Ematic (рис. 2) состоит из направляющей шины Ematic,

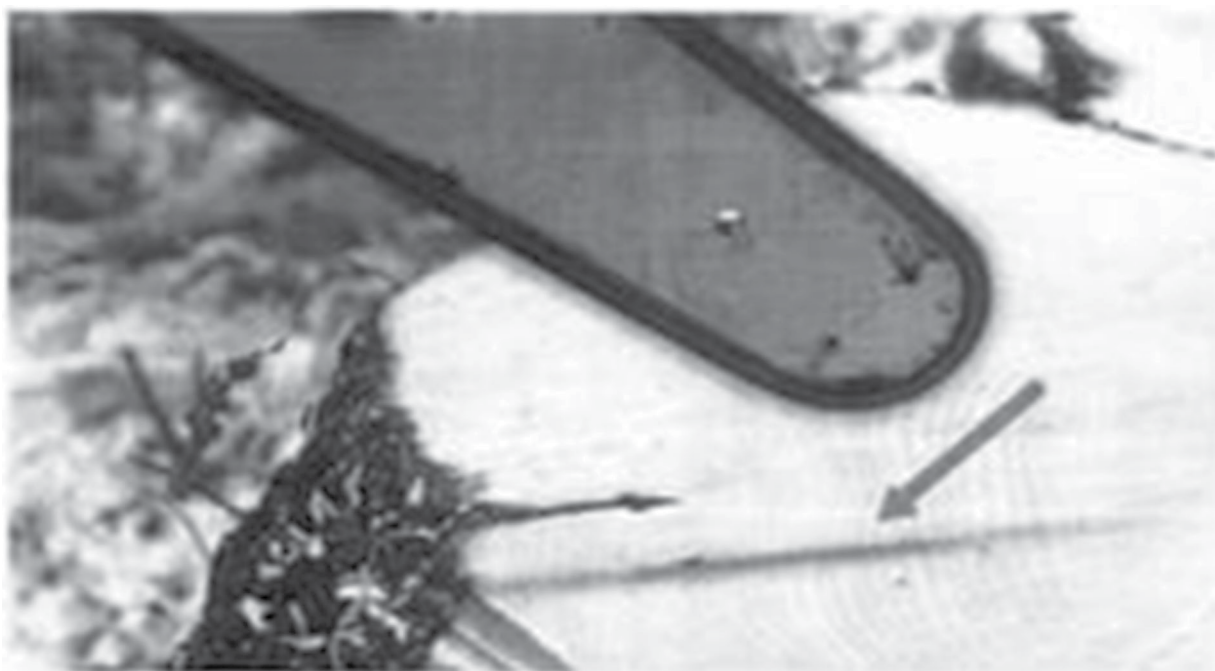


Рис. 1. Проверка работы системы смазки цепи
Fig. 1. Checking the operation of the chain lubrication system

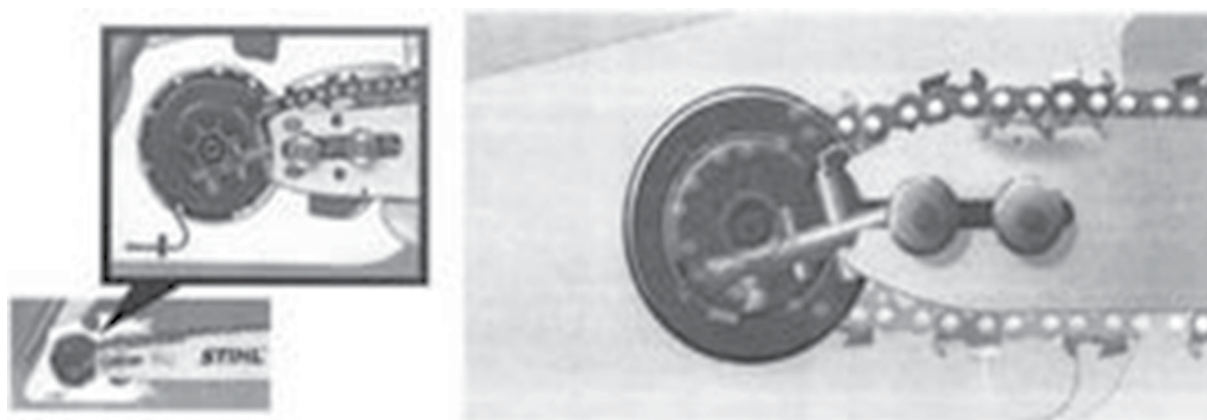


Рис. 2. Система смазывания цепей Ematic
Fig. 2. Ematic chain lubrication system

пильной цепи Oilomatic и масляного насоса с регулируемой подачей. Особая конструкция шины и цепи заставляет каждую каплю масла попасть именно туда, где она требуется для смазывания. Это позволяет оптимально расходовать масло для смазки цепи. Насос подачи смазки с регулировкой подаваемого количества позволяет точно дозировать мас-

ло в зависимости от потребности. Прозрачный масляный бак и его крышка, открываемая без инструмента, обеспечивают простой и удобный контроль уровня масла.

Для автоматической непрерывной смазки пильной цепи и направляющей шины применяется только экологическое качественное масло для смазки цепей —

преимущественно биологически быстро разлагающееся масло STIHL Bioplus. Биологическое масло для смазки цепей обладает достаточной стойкостью против старения (например STIHL Biopilus).

При добавлении арборицида в масло для смазки цепи при работе бензиномоторной пилы обеспечивается непрерывная по-

дача смеси на пильную цепь, что способствует дальнейшему попаданию на поверхность пня при валке деревьев.

*Подготовка смеси масла
и арборицида
для заправки бензопилы*

1. Тщательно очистить запорное устройство бака и окружение, с тем чтобы в бак не попала какая-либо грязь.

2. Установить бензопилу так, чтобы запорное устройство бака было направлено вверх.

3. Открыть запорное устройство бака.

4. Залить смесь масла и арборицида в бачок для смазки цепи.

5. Заливайте приготовленную смесь масла для смазки цепей и арборицида каждый раз при заправке топлива.

Пильная цепь отбрасывает некоторое количество смазочного масла, поэтому при валке дерева смесь масла и арборицида попадает на поверхность пня. Регулирование количества подачи масла на цепь и использование менее вязких масел способно увеличить количество подаваемой на цепь смеси, что позволит корректировать дозу внесения препарата при валке деревьев.

Способ борьбы с корневыми отпрысками осины при сплошно-лесосечных рубках спелых и перестойных лесных насаждений

прошел апробацию в условиях Западно-Уральского таежного лесного района Пермского края [11]. Высокая эффективность указанного способа обусловила оформление его в качестве изобретения «Способ внесения арборицидов при валке деревьев мягколиственных пород» [12].

Главным преимуществом предлагаемого способа является то, что подсушивание деревьев не происходит и арборицид вносится одновременно с валкой деревьев. Поскольку никаких дополнительных операций производить не нужно, кроме добавления раствора арборицида в масло для смазки пильной цепи, производительность труда на валке не снижается. Способ применяется при проведении рубок в весенне-осенний период в насаждениях с примесью мягколиственных пород. Следует подчеркнуть, что эффективность способа значительно повышается при проведении рубок спелых и перестойных лесных насаждений при переформировании производных мягколиственных насаждений в коренные хвойные [13–15].

Особо следует отметить, что при предполагаемом способе нанесения арборицида на пень дерева практически нет промежутка времени с момента валки последнего и нанесения препарата.

Другими словами, клетки древесины и луба не успевают высохнуть и активно впитывают арборицид. При этом минимизируется опасность попадания препарата на другие компоненты насаждения и в окружающую среду.

Выводы

1. Эффективным способом борьбы с пневой порослью и корневыми отпрысками мягколиственных пород является химический.

2. Арборициды для подсушивания деревьев и корневых систем мягколиственных пород вносятся в насечки, нанесенные по периметру ствола дерева или на пень.

3. Эффективность использования арборицидов повышается при их нанесении на срез пня при непосредственной валке дерева.

4. Предложен способ минимизации вегетативного возобновления мягколиственных пород путем добавления арборицида в масло для смазки пильной цепи. При работе бензиномоторной пилы смесь арборицида и масла подаётся на пильную цепь и разбрасывается на поверхность среза спиливаемого дерева.

5. Способ экологичен и не снижает производительности труда при проведении лесосечных работ.

Библиографический список

1. Луганский Н. А., Залесов С. В., Азаренок В. А. Лесоводство. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. акад., 2001. – 320 с.
2. Чмыр А. Ф. Плавная смена поколений еловых лесов бореальной зоны России. – СПб.: СПбНИИ ЛХ, 2001. – 127 с.
3. К вопросу о целесообразности уборки деревьев осины при заготовке древесины в спелых и перестойных еловых насаждениях / С. В. Залесов, Л. А. Белов, Е. А. Ведерников, В. Н. Залесов, Е. С. Залесова,

- Н. А. Луганский, А. С. Оплетаев, П. С. Попов // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. – Брянск : БГИТУ, 2015. – Вып. 43. – С. 17–19.
4. Мелехов И. С. Лесоводство : учебник. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. – 324 с.
5. Залесов С. В., Залесова Е. С. Оценка смены коренных хвойных насаждений на производные мягколиственные // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. – Вып. 54. – Брянск : БГИТУ, 2019. – С. 22–24.
6. Временное руководство по инъекции арборицидов в стволы лиственных пород для предотвращения их возобновления на вырубках : утв. Рослесхозом 13 июня 1998 г. – URL: <http://base.garant/2157202>
7. Тихонов А. С. Лесоводство. – Калуга : Гриф, 2005. – 400 с.
8. Дружинин Ф. Н. Лесоводственно-экологические основы восстановления ельников в производных лесах Восточно-Европейской равнины : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.03.02, 06.03.01 / Дружинин Федор Николаевич. – Вологда ; Молочное, 2014. – 40 с.
9. Данчева А. В., Залесов С. В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. – 152 с.
10. Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. Г. Магасумова, Р. А. Осипенко. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. – 90 с.
11. Об утверждении перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации: утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18 августа 2014 г. № 367 (в ред. приказа Минприроды России от 23.12.2014 г. № 569). – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420224339>
12. Патент № 2566443. Российская Федерация, МПК A01G 23/00. Способ внесения арборицидов при валке деревьев мягколиственных пород : № 2014138462 : заявл. 23.09.2014 : опубл. 27.10.2015 / Залесов С. В., Оплетаев А. С. ; Заявитель УГЛТУ. – 8 с. : ил.
13. Рубки обновления и переформирования в лесах Урала / Л. П. Абрамова, С. В. Залесов, С. Г. Казанцев, Н. А. Луганский, А. Г. Магасумова. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2007. – 264 с.
14. Казанцев С. Г., Залесов С. В., Залесов А. С. Оптимизация лесопользования в производных березняках Среднего Урала. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2006. – 156 с.
15. Оплетаев А. С., Залесов С. В. Переформирование производных мягколиственных насаждений в лиственничники на Южном Урале. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 178 с.

Bibliography

1. Lugansky N. A., Zalesov S. V., Azarenok V. A. Forestry. – Yekaterinburg: Ural. state forestry technician. Acad., 2001. – 320 s.
2. Chmyr A. F. Smooth generational change of spruce forests of the boryal zone of Russia. – SPb. : SPbNII LH, 2001. – 127 p.
3. On the question of the appropriateness of harvesting aspen trees when harvesting wood in ripe and mature spruce stands / S. V. Zalesov, L. A. Belov, E. A. Vedernikov, V. N. Zalesov, E. S. Zalesova, N. A. Lugansky, A. S. Opletaev, P. S. Popov // Actual problems of the forest complex: Sat. scientific Tr. – Bryansk : BSTU, 2015. – Issue. 43. – P. 17–19.
4. Melekhov I. S. Forestry: Textbook. – 3rd ed., Rev. and add. – M. : GOU VPO MGUL, 2005. – 332 p.
5. Zalesov S. V., Zalesova E. S. Assessment of the change of indigenous coniferous stands to soft-leaved derivatives // Actual problems of the forest complex. Sat scientific labor. – Vol. 54. – Bryansk : BSTU, 2019. – P. 22–24.
6. Interim guidance for the injection of arboricides into hardwood trunks to prevent their renewal at clearings: Approved. Rosleskhoz June 13, 1998. – URL: <http://base.garant/2157202>

7. Tikhonov A. S. Forestry. – Kaluga : Grif, 2005. – 400 p.
 8. Druzhinin F. N. Forestry and ecological foundations for the restoration of spruce forests in the derivative forests of the East European Plain : abstract. dis. ... Dr. S.-kh. Sciences : 06.03.02, 06.03.01 / Druzhinin Fedor Nikolaevich. – Vologda ; Dairy, 2014. – 40 p.
 9. Dancheva A. V., Zalesov S. V. Ecological monitoring of reforestation forest stands. – Yekaterinburg : Ural. state forestry technician. univ., 2015. – 152 p.
 10. The basics of phytomonitoring / N. P. Bunkova, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. G. Magasumova, R. A. Osipenko. – Yekaterinburg : Ural. state forestry technician. Univ., 2020. – 90 p.
 11. On approval of the list of forest zones of the Russian Federation and the List of forest regions of the Russian Federation: approved. Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation dated August 18, 2014 No. 367 (as amended by Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated December 23, 2014 No. 569). – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420224339>
 12. Patent for invention No. 2566443 Method for making arboricides when felling soft-leaved trees / Zalesov S. V., Opletaev A. S. Registered in the State register of inventions of the Russian Federation on September 28, 2015.
 13. Felling of renewal and reformation in the forests of the Urals / L. P. Abramova, S. V. Zalesov, S. G. Kazantsev, N. A. Lugansky, A. G. Magasumova. – Yekaterinburg : Ural. state forestry tech. univ., 2007. – 264 p.
 14. Kazantsev S.G., Zalesov S.V., Zalesov A.S. Forest management optimization in derivative birch forests of the Middle Urals. – Yekaterinburg: Ural. state forestry technician. univ., 2006. – 156 p.
 15. Opletaev A. S., Zalesov S. V. Reformation of derivatives of deciduous plantations into larch trees in the Southern Urals. – Yekaterinburg : Ural. state forestry technician. univ., 2014. – 178 p.
-

